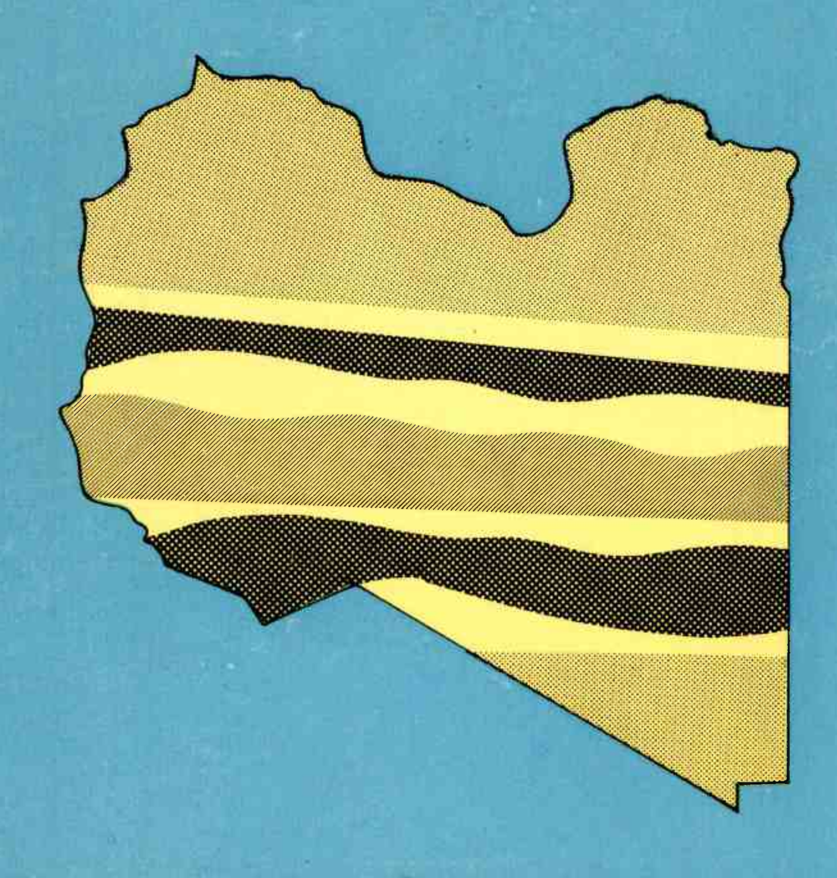
أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية

دكتور جودة حسنين جودة



منشورات الجامعة الليبية

خالد علي بورقيع

أبحاث في جيومورفولوجية
الأراضي الليبيـــة

خالد علي بورقيبة

منشورات الجامعة الليبية
كلية الآداب

أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية

دكتور جودة حسنين جودة

الطبعة الأولى
١٣٩٣ هـ - ١٩٧٣ م



المحتويات

https://archive.org/details/@hassan_ibrahem

مقدمة

يضم هذا الكتاب أربعة أبحاث هي حصيلة للدراسات الحقلية التي قمت بها مشرفاً على طلاب المرحلة النهائية بقسم الجغرافيا – كلية الآداب بنغازي في خلال العام الجامعي ١٩٧١ – ١٩٧٢ . وقد وافق الأخ الجغرافي الأستاذ الدكتور منصور الكيخيا عميد الكلية مشكوراً على جمعها ونشرها في هذا الكتاب ليسهل تداولها ، ولتكون نبراساً يهتدي به الطلاب في الدراسات الحقلية في الأعوام القادمة .

ويحوي البحث الأول دراسة مركزة للعصر المطير في ليبيا ، قصدتُ بها إظهار ما لفترات المطر البلايوستوسينية من أثر في تشكيل سطح الأراضي الليبية من جهة ، ولكي يستعين بها طالب البحث في ليبيا على فهم كثير من الظاهرات التي قد يحار في تفسيرها في ضوء العمليات الجيومورفولوجية المناخية التي تسودها في وقتنا الحالي . وللتوسع والتعمق في فهم أسرار « عصور المطر في الصحراء الكبرى الإفريقية » نلفت نظر القارىء إلى بحثنا المستفيض الذي يحمل ذلك العنوان والمنشور بمجلة كلية الآداب – جامعة الإسكندرية عام ١٩٧١ .

ويضم البحث الثاني دراسة حقلية لمنخفض واحة مراده ، قصدنا به نموذجاً يحتذى به طلاب البحث في المنخفضات الصحراوية الليبية .

وبالمثل كان هدفنا من البحثين الثالث والرابع أن يكونا مثالين يمكن تطبيق ما جاء بهما من طرق البحث والعرض على دراسة كل من الأودية التي يزخر بها الجبل الأخضر ، وعلى السهول الشمالية التي تطل بها الأراضي الليبية على البحر المتوسط .

وقد بذلت قصارى جهدي في عرض الظاهرات ومناقشتها بأسلوب سهل يخلو من التعقيد ، وزوّدتُ الأبحاث بعدد كبير من الخرائط والأشكال التوضيحية والقطاعات والصور حتى يسهل على القارىء متابعة مادتها العلمية بدون عناء .

وبعد ، فهذا جهد متواضع أقدّمه إلى زملائي وتلاميذي تحية وفاء وتقدير للبلد الشقيق المضياف راجياً للجميع به النفع ، والله وليّ التوفيق .

جودة حسنين جودة

بنغازي في ١٩٧٢/٦/١

البحث الأول

العصر المطير في ليبيا



البحث الأول

العصر المطير في ليبيا [1]

تمهيـــد :

لقد تميز عصر البلايوستوسين بحدوث تغيرات مناخية شملت الأرض جميعاً . وكان للهبوط السريع في درجات الحرارة مع ازدياد التساقط في هيئة ثلج أثره في تجليد النطاقات الأرضية الشمالية بل والجبال الشامخة في النطاق الحار ذاته . وقد حدث التجليد في فترات تراوح عددها بين ثلاث وست ، تعاقبت مع فترات دفء فصلت بينها . وقد تبين حدوث تتابع مشابه لفترات رطبة وأخرى جافة أثناء الزمن الرابع ، وأمكن اقتفاء آثار لها في كثير من جهات الصحارى المدارية وشبه المدارية التي تقع في مهب الرياح التجارية الجافة ومنها الأراضي الليبية .

و بسبب اجتماع حدوث كلتا الظاهرتين (تتابع الجليد والمطر) في زمن واحد

---

(١) جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر في الصحراء الكبرى الإفريقية ، بحث في الجيومورفولوجيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب – جامعة الإسكندرية .

ويحوي بحثنا هذا دراسة مركزة على القطر الليبي في ضوء دراسات قمت بها في العام الدراسي ١٩٧١/١٩٧٢ ، وفي إطار الآراء الجديدة التي احتواها البحث السابق المشار إليه .

هو الزمن الرابع ، وعن طريق دراسات متيورولوچية معلومة ، أصبح ينظر لفترات المطر على أنها نتاج لتأثير فترات الجليد ، كما أصبحت فترات الجفاف تعتبر نتاجاً لتأثير فترات الدفء .

وهنا يبرز سؤالان : الأول، هل هناك توافق حقيقي من حيث الزمن والمسببات بين فترات المطر في ليبيا وفترات البرودة الشمالية خلال الزمن الرابع ؟ . وإذا كانت الإجابة بنعم ، فحينئذ يظهر السؤال الثاني : —

هل حدثت فترات المطر في كل أجزاء ليبيا بطريقة متماثلة ومتعاصرة ابتداء من هامشها الشمالي إلى هامشها الجنوبي ؟ .

وللإجابة على هذين السؤالين نقسم الأراضي الليبية إلى ثلاثة نطاقات عرضية شرقية غربية : النطاق الشمالي ، ويمتد بين دائرتي العرض ٣٠ — ٣٣° شمالاً ؛ والنطاق الأوسط ، ويقع بين درجتي العرض ٢٥ — ٣٠° شمالاً ؛ ثم النطاق الجنوبي وينحصر بين دائرتي العرض ٢٠ — ٣٠° شمالاً . ونفرد لكل نطاق دراسة خاصة تعتمد على البيانات العلمية المستقاة من مختلف فروع الدراسات الطبيعية وتقييم شواهدها المناخية . ونعرض للمقارنة التطور المناخي لوسط أوربا على اعتبار أنه يتميز بمجاورته نوعاً للأراضي الليبية ، وأنه أكثر الأقاليم الشمالية حظوة بالدراسة والبحث .

التتابع المناخي في وسط أوربا :

كانت حرارة جو الأرض في أثناء عصور الزمن الثالث حتى عصر البلايوسين شديدة ، ووصلت ظروف المناخ المداري إلى العروض الوسطى ، وأحوال المناخ شبه المداري حتى العروض القطبية الحالية . ولم تتغير هذه الظروف المناخية فوق « الأرض المدارية القديمة » من وجهة الحرارة حتى عصر الميوسين الأعلى إلا قليلاً ، لكن قد حدث تغير وتعاقب بين فترات رطبة وأخرى جافة . وقد انخفض المعدّل الحراري في وسط أوربا أثناء

البلايوسين الأسفل عنه في أوائل الزمن الثالث بوضوح ، ولكنه احتفظ بمعدل حراري يشبه مثيله دون المداري الحالي .

وقد تبع البلايوسين الأسفل انخفاض تدريجي في الحرارة استمر أثناء أواسط وأواخر ذلك العصر . ومن ثم حدث تراجع تدريجي لظروف مناخ « الأرض المدارية القديمة » نحو خط الاستواء . ولكن درجة الانخفاض الحراري أثناء البلايوسين لم تكن بذات أهمية بالقياس إلى الانخفاض الحراري السريع الذي ظهر جلياً في أوائل عصر البلايوستوسين ، والذي بلغ شأوه بعد انقضاء نحو ٤٠٠٠٠٠ سنة من بداية ذلك العصر ، حين تحول مناخ وسط أوربا إلى أحوال المناخ القطبي ، وبدأت بذلك أول فترة جليدية حقيقية وهي فترة الدانوب أو فترة ما قبل جونز **Pre-Guenz** منذ نحو ٦٠٠٠٠٠ سنة .

ويمكن القول عامة وبناء على الموقف العلمي الحالي بأن التغير المناخي الحراري نحو البرودة كان تدريجياً وبطيئاً نوعاً ابتداء من عصر الأوليجوسين الأعلى (١٨°م) إلى عصر الميوسين (١٦°م) ثم إلى عصر البلايوسين (١٤°م) ، لكنه كان سريعاً من الأخير إلى بداية عصر البلايوستوسين (٩°م) ثم إلى الفترة الجليدية الأولى (صفر°م) .

وقد حدث التحول المناخي الحراري الحقيقي بحلول أول فترة جليدية وهي فترة الدانوب . وتتسم كل الفترات الباردة التالية بتطور وتتابع مناخي متماثل الخصائص : انخفاض حراري سريع نسبياً في الغلاف الجوي مقداره حوالي ٨° م ، ونحو ضعف هذا القدر (أي ١٦° م) في طبقة الجو السفلى القريبة من سطح الأرض في إقليم وسط أوربا ؛ ثم ارتفاع حراري مشابه السرعة يصل إلى معدل حراري يقرب من المعدل الحراري لعصر الهولوسين وذلك في فترات الدفء فيما بين فترات الجليد . وفي أوج كل فترة جليدية كان الجفاف يبلغ أقصاه . وقد حدثت ذبذبات حرارية كبيرة خلال كل

فترة جليدية بحيث أمكن تقسيم كل منها إلى قسمين أو ثلاثة (جودة ١٩٦٢ و ١٩٦٦ ، جراول ١٩٦٦ ، بيدل ١٩٦٥ ، فينك ١٩٦٧) . وقد تبع فترة ڤورم الجليدية موجات مناخية أصغر حجماً في أواخر الجليد وما بعد الجليد .

التتابع المناخي في النطاق الشمالي من ليبيا :

استطاع كنيتش Knetsch (١٩٥٠) في مجال النطاق الشمالي من ليبيا أن يحقق حدوث سلسلة متتابعة تتكون من خمس فترات مطيرة فصلت بينها فترات جافة . وكذلك فعل بيدل Buedel (١٩٥٢) في الجزائر ، ومنشنج Mensching (١٩٥٥) وشوبير Choubert (١٩٥٧) في المغرب في مجال نفس العروض، أي إلى الشمال من دائرة العرض ٣٠° شمالاً . وقد تمكن كنيتش من الوصول إلى نتائجه عن طريق الربط بين مصاطب الأودية والقشور الجيرية والأجيال الكارستية .

وقد توصل الباحث من دراسته لوادي القطارة (جودة ١٩٧٢) إلى تمييز خمسة من المدرجات النهرية، وربطها بنقاط تجديد شباب خمس على امتداد القطاع الطولي للوادي، ووازاها بالأرصفة البحرية في إقليم برقة وفي حوض البحر المتوسط (أنظر جدول ١ بالبحث المذكور) . وتمكن هيى Hey (١٩٥٥) من تمييز مدرجين في الجزء الأدنى من وادي درنة أحدهما قديم في أغلب الظن يرجع إلى فترة ريس ، والثاني أحدث (ڤورم ؟) .

وبناء على هذا يمكن القول بحدوث خمس فترات مطيرة في النطاق الشمالي من ليبيا (وامتداده غرباً حتى المحيط الأطلسي) تعاصر خمس فترات باردة أو جليدية في وسط أوربا . لكن بينما كانت ظاهرة الفترة الباردة في وسط أوربا تتسع وتمتد لتشمل النطاقات المجاورة وتحتوي النطاق القطبي بطبيعة الحال ، فإننا نجد الفترة المطيرة المعاصرة لها لم يكن

تأثيرها ليمتد إلا إلى نطاق مجاور لمجالها صغير .

ومن هذا التكرار المتشابه لظروف الجليد والمطر يتضح لنا أن فترات الجليد الشمالية كانت تتحكم في ظهور فترات المطر في النطاق الشمالي من ليبيا والمغرب العربي . فبدون وجود جليد في الشمال لا تحدث فترة مطر في شمال ليبيا . ويعزز هذا الاستنتاج عدم وجود آثار لفترات مطيرة واضحة فيما قبل البلايوستوسين وفيما بعده أي لا في الزمن الثالث ولا في الهولوسين .

التتابع المناخي في النطاق الأوسط من ليبيا :

يتغير الوضع في هذا النطاق عنه في النطاق الشمالي . فهنا لا نجد من فترات المطر الخمس سوى فترتين واضحتين تعاصران فترتى جليد ريس وفورم . وقد استطاع كنيتش Knetsch (١٩٦٣) هنا وعلى وجه الدقة في نطاق الحدود بين ليبيا ومصر أن يقيم الدليل على حدوث فترتين مطيرتين شديدتي الوضوح تعاصران الفترتين الجليديتين الأخيرتين . ومن دراستنا للأودية الجافة وسطوح البديمنت Pediment الصحراوية في إقليم مراده (جودة ١٩٧١) ظهر لنا بجلاء معاناة الإقليم لظروف من المطر والجفاف متعاقبة .

وفي مجال نفس العروض من وادي النيل في مصر عثر على آثار لفترات مطيرة تعاصر ريس وفورم ، ولفترات أخرى أقـــدم تفتقر إلى تأكيد موازاتها بفترات جليد شمالية .

وعلى الرغم من أن هذا النطاق لا يحوى آثاراً واضحة لفترات مطيرة في البلايوستوسين القديم ، فإنه يحوي الكثير من مخلفات فترة مطيرة ترجع إلى أواخر الزمن الثالث . فقد عثر مكيلاين Meckelein (١٩٥٩ صفحات ٩٥، ١٢٩، ١٦٥) على لوم أحمر قديم النشأة يغطي سطوح تعرية قديمة تتوج الهضبة البازلتية التي تدعى بجبل السودا بفزان والتي تعلو إلى ارتفاع

٦٠٠ م تقريباً . كما اكتشف مثل هذه التكوينات أيضاً وعلى ارتفاع مشابه فوق قور طيبو على الهامش الشمالي لسرير تبستي . وقد أرجعها هذا الباحث وكذلك كوبيينا Kubiena (١٩٥٥ ، ١٩٦٢) الذي فحص تلك التربات الحمراء بيدولوجياً إلى فترة مطيرة حدثت في القسم الأخير من الزمن الثالث . ويتفق مع هذا زمنياً بقايا « بحيرات الزمن الثالث » التي وجدها ليفران Lefranc (١٩٥٧) في منخفض الحفرة الشرقي بفزان ، وكذلك دور النشاط النهري أثناء البلايوسين الأعلى في مصر العليا .

ونصادف في نطاق العروض هذا أيضاً فترات مطيرة هولوسينية لم نجد مثلها في النطاق الشمالي . الأولى تعاصر آخر ذبذبة جليدية في وسط أوربا وتعرف بالتندرا الحديثة ، والثانية تعاصر أواخر العصر الحجري المتوسط والعصر الحجري الحديث ، أي مرحلة الدفء فيما بعد الجليد في وسط أوربا ! ، والأخيرة لا شك ظاهرة غريبة ، لكننا سنصادف مثلها في النطاق الجنوبي .

ونخلص من هذا إلى القول بأن أوجه اتفاق ما تزال واضحة بين فترات المطر في هذا النطاق الأوسط وفترات المطر في النطاق الشمالي ، لكننا نجد أوجه اختلاف ستتضح أكثر في النطاق الجنوبي . وبعبارة اخرى نرى هذا النطاق الأوسط بمثابة نطاق انتقالي تتمثل فيه بعض من خصائص الشمال وبعض من خصائص الجنوب .

التتابع المناخي في النطاق الجنوبي من ليبيا :

في مجال عروض هذا النطاق من ليبيا درس كوبيينا Kubiena (١٩٥٥) عديداً من التربات الحمراء وطبقات سميكة من الكاولين ، وأرجع نشأتها إلى فترة توغل بدايتها في القدم إلى أوائل الزمن الثالث . وإلى نفس النتيجة توصّل بيدل Buedel (١٩٥٥) من خلال دراسته لمرتفعات الحجار على نفس العروض . وقد اتفق الباحثان على حدوث تعاقب لفترات الجفاف

والرطوبة زمنياً ومكانياً أثناء تلك الفترة الدفيئة المديدة التي استوعبت الزمن الثالث كله . ففي عصر الميوسين سادت النطاق الجنوبي من ليبيا ظروف مناخ السڤانا بحرارتها ومطرها واستمرت حتى أواخر عصر البلايوسين . ويحل الجفاف بنطاقنا هذا مع بداية عصر البلايوستوسين ويستمر حتى حوالي نهاية أواسطه . ولا تظهر الرطوبة مرة أخرى إلا في البلايوستوسين الحديث (ابتداء من فترة ريس حتى نهاية أواسط فترة ڤورم) ثم في العصر الحجري الحديث عقب فترة جفاف في أواخر ڤورم وأوائل الهولوسين .

وحين نقارن التتابع المناخي الذي رأيناه في النطاق الشمالي من ليبيا بهذا التتابع المناخي في نطاقها الجنوبي نجد اختلافاً كبيراً ، بل إن الصورة تبدو معكوسة . ففي النطاق الشمالي ساد الجفاف فيما قبل عصر البلايوستوسين وفيما بعده . أما في أثناء البلايوستوسين ذاته فقد ظهرت فترات المطر التي عاصرت فترات الجليد الأوربية . وعكس هذا نجده في النطاق الجنوبي حيث سادت ظروف مناخ السڤانا الفصلية المطر عصر البلايوسين واستمرت حتى مشارف البلايوستوسين . وببداية عصر البلايوستوسين شاع الجفاف واستمر ، وسادت چيومورفولوچية الصحارى التي تتحكم في عمليات التعرية حتى عصرنا الحالي .

ولا يقطع هذا التسلسل المناخي في النطاق الجنوبي من ليبيا سوى حدوث فترة رطبة واحدة واضحة في البلايوستوسين الحديث . وقد تأكدت سعة انتشار ظروف مناخ تلك الفترة بالعثور على آثار لها في مصر . وفضلاً عن ذلك أمكن الاستدلال على فترة رطبة ضعيفة نوعاً تعاصر القسم الأول من العصر الحجري الحديث في السودان (شڤارتزباخ Schwartzbach ١٩٥٣) . ويظهر هذا التتابع المناخي الذي وجدناه في جنوب ليبيا بشكل مماثل لكن بصورة أكثر مثالية ووضوحاً في إقليم تشاد وامتداده غرباً في السنغال فيما بين دائرتي العرض ١٤ – ٢٠° شمالاً على وجه التقريب (بيدل ١٩٦٣) .

أهمية التتابع المناخي في ليبيا بالنسبة للتطور المناخي العام :

يتمثل التاريخ المناخي للأراضي الليبية في جوهره كما رأينا في سلسلة من تتابع الرطوبة والجفاف . وحين نلقي نظرة عامة على جميع النطاقات الليبية نستطيع استخلاص النتائج الآتية : —

١ — يمكن القول بأن عصر البلايوستوسين قد ظهر في ليبيا كعصر من نوع خاص مغاير من وجهة الرطوبة بين عصر البلايوسين من قبله وعصر الهولوسين من بعده . لكن هذا الاختلاف بالنسبة للعصر الذي سبقه وللعصر الذي لحقه ينقلب من الشمال نحو الجنوب . ففي النطاق الشمالي يتميز البلايوستوسين بحدوث تتابع منظوم من عدد من الفترات الرطبة بين فترات تكاد تكون جافة تماماً في البلايوسين والهولوسين . وفي النطاق الجنوبي يصبح البلايوستوسين بعامة عصراً شبه جاف بين فترات رطبة من قبله ومن بعده .

٢ — في النطاق الشمالي نرى في أثناء البلايوستوسين تعاصراً وموازاة بين فترات المطر الليبية وفترات البرودة في وسط أوربا ، والأخيرة كانت بالنسبة للأولى بمثابة الباعث المحرك . وتحدث هذه الموازاة متأخرة في النطاق الأوسط . أما في النطاق الجنوبي فلا نجد آثاراً لسوى فترة مطيرة واحدة تقع في البلايوستوسين الحديث . ومن ثم تتحلل الصلة السببية التي وجدناها واضحة في النطاق الشمالي بين فترات المطر وفترات الجليد في وسط أوربا من ناحيتين :

(ا) أننا لا نجد في النطاق الجنوبي لفترات الجليد القديمة (ما قبل جونز ، وجونز ومندل) ما يقابلها من فترات المطر .

(ب) أن فترة المطر البلايوستوسينية الوحيدة التي ما زلنا نجد لها آثاراً واضحة في النطاق الجنوبي الليبي لا تقابلها على وجه التحديد فترة جليدية معينة محددة في وسط أوربا ، فنهايتها تقع في وسط فترة

ڤورم الجليدية ، بينما نجد بدايتها غير معلومة ، فقد تكون في فترة إيم Eem الدفيئة ، أو قد ترجع إلى فترة ريس الجليدية .

٣ – يرى بنك A. Penck في أحدث آرائه (١٩٣٦) أن الصحراء الكبرى الإفريقية كانت أثناء البلايوستوسين أكثر رطوبة بوجه عام ، وأن رقعتها كانت تضيق وتنكمش بواسطة تقدم حدودها الرطبة من ثلاثة اتجاهات في وقت واحد : من الهامش الشمالي البحري ، ومن الهامش الجنوبي الاستوائي ، ثم من حدّ الرطوبة العلوي فوق المرتفعات الذي يوازي انخفاض خط الثلج الدائم . ويتضح من عرضنا السابق ومن النتيجتين السالفتين أن هذه الصورة التي رآها بنك لا تصدق إلا فيما يختص بفترة ڤورم الجليدية . ومن الممكن أن نشاهد بعضاً من سماتها في فترة ريس الجليدية لكن بدرجة جدّ محدودة . وكلما توغلنا من فترة ريس في الماضي إلى فترات مندل وجونز وما قبل جونز يتضح تقدم الحزام الرطب صوب قلب الصحراء في النطاق الشمالي فقط ، لكننا لم نعد نشاهده إطلاقاً لا في جنوب الوسط ولا في الجنوب ، فهنا ينعدم وجود آثار لفترات مطيرة معاصرة لتلك الفترات الجليدية .

٤ – وبهذه الصورة الجديدة التي وصفناها للتتابع المناخي للنطاقات الليبية والتي تميزها الخصائص الثلاثة السالفة الذكر ، يمكننا إلقاء ضوء جديد على رأي بالوت L. Balout (١٩٥٢) . فهو يعتقد كما اعتقد بنك قديماً بعدم انكماش رقعة الصحراء أثناء كل فترة باردة ، وإنما بزحزحة نحو خط الاستواء « لنطاق الصحارى المتأثر بالرياح التجارية ». فكل من الباحثين قد أقام نظريته على أساس أن التتابع المناخي البلايوستوسيني بين البرودة والدفء في العروض العليا الشمالية هو المحرك المولد للتتابع المناخي بين الرطوبة والجفاف في النطاق الصحراوي الواقع على هامش المنطقة المدارية الرطبة . وهذا ما لا يعدّ الآن صحيحاً أيضاً بالنسبة لنظرية بالوت . ذلك أننا قد وجدنا في النطاق

الجنوبي من صحراء ليبيا آثاراً لفترة رطبة واحدة خلال عصر البلايوستوسين كله. وحتى هذه الفترة ليس لها ارتباط وثيق بفترة جليدية محدودة أو بفترة دفيئة معلومة، وإنما قد امتدت متقطعة غير متصلة عبر بعض من هذه وتلك أثناء عصر البلايوستوسين الحديث.

وعلى العكس من ذلك تنتشر في هذا الهامش الجنوبي من الصحراء الليبية آثار لفترات مطيرة حدثت فيما قبل الجليد البلايوستوسيني وفيما بعده. وهذه الفترات الرطبة ليس لها بطبيعة الحال أدنى ارتباط بالتتابع المناخي بين البرودة والدفء في أوربا، الذي يعتبر الباعث المولد لفترات المطر في النطاق الشمالي. ويبقى الفضل لبالوت الذي أشار لأول مرة إلى الاختلاف بين نمط آثار فترات الرطوبة البلايوستوسينية في شمال الصحراء ونمطها في جنوبها، ومن ثم أنار الطريق أمام البحث الجديد.

الاختلاف بين فترات المطر في النطاق الشمالي والنطاق الجنوبي بليبيا:

يتضح لنا مما سبق أن فترات المطر في النطاق الشمالي تختلف في مسبباتها وبواعثها عنها في الجنوب. إذ أن النطاق الشمالي كان يقع في مجال تأثير التبريد الشديد الذي حدث مراراً أثناء فترات الجليد وشمل النصف الشمالي من الكرة الأرضية فيما بين النطاق دون المداري الحالي والقطب. وقد كان معدل التبريد المعاصر في الأراضي الجبلية في النطاق المداري لا يرقى إلا لمجرد النصف، وكان التبريد أقل من ذلك بكثير قرب سطح الأرض في الأراضي السهلية المدارية، خصوصاً حيث استطاعت الغابات القديمة والسفانا الكثيفة أن تواصل نموها دون اضطراب.

وكلما اتجهنا شمالاً مقتربين من مركز التأثير الشمالي وجدنا فترات المطر في النطاق الشمالي وقد ظهرت بخصائص ومميزات تختلف تماماً عن فترات المطر في النطاق الجنوبي. فهي فترات أقصر، وأقل رطوبة،

لكنها أوضح برودة ، كما صحبها هبوط خط الثلج الدائم ، وعمليات الانسياب الأرضي ، وهبوط أشد لحدود فعل الصقيع . فقد أعلن هيى Hey (١٩٦٣) عن وجود اسكرى Scree بلايوستوسيني من عمرين مختلفين في أودية الجبل الأخضر الشمالية ، ونسبهما لدورين مطيرين باردين (أكثر برودة بكثير من الوقت الحالي) يقعان في البلايوستوسين الحديث ، وقد عزا تكوين مواد الاسكرى لفعل الصقيع . وفي مدرجات وادي القطارة (جودة ١٩٧٢) ينتشر وجود الكتل الصخرية الجيرية المتفاوتة الأحجام ، وكلها خشنة حادة الحواف . وهي تظهر إما مختلطة بحصى المدرجات ، أو مكونة لنطاق منفرد يتركب كلية منها (انظر قطاع بو سديرة في بحث وادي القطارة — جودة ١٩٧٢) . وهي قد تندمج في مجمعات صخرية بواسطة الصلصال الأحمر كمادة لاحمة . وكلها شواهد تدل على زيادة في معدلات الرطوبة والتبريد وفعل الصقيع .

يضاف إلى ذلك أن توسيع البديمنتات Pediments عند أسافل الحافات الصخرية ميزة تختص بفترات المطر (بحث مراده ، جودة ١٩٧١) . أما من الوجهة البيدولوچية فتشخص فترات المطر في السهول (بحث سهل بنغازي ، جودة ١٩٧٢) وفوق الهضاب (حوض القطارة ، جودة ١٩٧٢) تربات حمراء Terra Rosa تكونت تحت تأثير كمية من المطر تزيد على ٤٠٠ ملم . وفي المناطق التي كان المطر يتراوح فيها بين ٤٠٠ — ٣٠٠ ملم تظهر تربات استبس غنية بالجير وشبيهة بتربات اللوس Loess . أما في الأصقاع التي كانت تتراوح أمطارها بين ٣٠٠ — ١٠٠ ملم فنجد التربة وقد غطيت بغشاء من الجبس أو الجير بحسب تركيب الطبقات الصخرية السفلى .

وفي بحثنا « عصور المطر ... ١٩٧١ » أفضنا في شرح أسباب الاختلاف بين فترات المطر في شمال الصحراء وفي جنوبها . فالنطاق الشمالي كان يقع تحت تأثير ظروف الجليد الأوربي واقتراب الجبهة القطبية منه، ولهذا

كان نطاق الضغط المداري الذي ترتبط به صحارى الرياح التجارية الجافة يتقطع بواسطة ورود هواء قطبي بحري مطير . وبالتالي فقد كانت تتولد فترة مطيرة في النطاق الشمالي مع كل تقدم للجبهة القطبية يصاحب كل فترة جليدية .

أما في النطاق الجنوبي فقد كانت الظروف مختلفة . فهنا كان تأثير مناخات العصر الجليدي أكثر تخلخلاً ، وفعلها غير مباشر . ونحن نرجح أن التأثير في إحداث فترة مطر البلايوستوسين الحديث قد جاء هنا من الجنوب أي من النطاق الاستوائي ذاته . وقد أرجعنا تأخر ظهور المطر في النطاق الجنوبي إلى تأخر تكوين الغطاء الجليدي الأنتاركتيكي الذي اكتمل نموه ابتداء من فترة ريس[1] .

المراجـــع

جودة حسنين جودة : (١٩٦٦) ، العصر الجليدي ، أبحاث في الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية .

جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر في الصحراء الكبرى الإفريقية، بحث في الجيومورفولوچيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب ـ جامعة الإسكندرية .

جودة حسنين جودة : راجع الأبحاث التاليـــة عن إقليم واحة مرادة ، وحوض وادي القطارة ، وسهل بنغازي .

(١) يمكن للقارىء الرجوع إلى بحثنا عن « عصور المطر ... ١٩٧١ » إذا ما رغب في التعرف على آرائنا في نشوء الدورة الهوائية العامة وتطورها في الزمنين الثالث والرابع ، وعلى نظريتنا الخاصة بتأخر تكوين الغطاء الجليدي فوق القارة القطبية الجنوبيـــة وأسبابه وأثره على نمط فترات المطر في جنوب الصحراء .

Balout, J.: (1952), Pluveaux interglaciares et préhistoires Saharienne. Trav. Inst. Rech. Sah., VIII.

Buedel, J. : (1952), Bericht über klima-morphologische und Eiszeitforschungen in Niederafrika. Erdk. VI.

Buedel, J. : (1955), Reliefgenerationen und Plio-pleistozaener Klimawandel in Hoggar-Gebirge. Erdk. IX.

Buedel, J. : (1963), Die Gliederung der Würmkaltzeit. Wrzb. Geogr. Arb. 8.

Buedel, J. : (1965), Eiszeitalter und heutiges Erdbild. Die Umschau, H. 1.

Choubert, G. : (1957), Essai de corrélation des formations continentales et marines du pleistocène au Maroc. Note V. Congr. INQUA.

Fink, J. : (1967), Die Gliederung des Jungpleistozän in Osterreich. Mitt. Geol. Ges. Wien, 54.

Gouda, G. H. : (1962), Untersuchungen an Lössen der Nord-Schweiz. Geogr. Helv. Bern u. Zuerich.

Graul, H. : (1959), Der Verlauf des Glazial-eustatischen Meeresspiegelanstieges, berechnet an Hand von C14 Datierungen. Wiss. Abb. Dr. Geographentag 33.

Hey, R. & McBurney, C. : (1955), Prehistory and Pleistocene geology in Cyrenaican Libya. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Hey, R. : (1963) : Pleistocene screes in Cyrenaica (Libya). Eisz. u. Geg. Ohringen-Würt.

Knetsch, G. : (1950), Beobachtungen in der Lybischen Wüste. Geol. Rundshau, 38.

Knetsch, G. (1962), Geohydrological groundwater investigations in North-African desert regions by means of complex methods. UN-Conf. in Apll of Sc. and Techn. f. the benefit of the less developed Areas.

Kubiena, W.L. : (1955), Uber die Braunlehmrelekte des Atakor (Hoggar-gebirge, Zentral Sahara). Erdkunde IX.

Kubiena, W.L. : (1962), Polygenetische Boden-Kunde und Aufbauelemente der Tropenböden. Hamburg.

Lefranc, J.P. : (1957), De Zuila aux lacs de la Marzoukia. Trav. Inst. Rech. Sah. XV, 1.

Mensching, H. : (1955), Das Quartär in Gebirgen Marokkos. Pet. Mitt. Erz.-H. 256.

Schwartzbach, M. : (1961), Das Klima der Vorzeit. 2. Aufl. Stuttgart.

Schwartzbach, M. : (1953), Das Alter der Wüste Sahara, Neues Jb. Geol. Paläont. Mh.

البحث الثاني

اقليم واحة مراده



البحث الثانى

إقليم واحة مرادة

تمهيــد :

يضم هذا البحث نتائج دراسه حقلية چيومورفولوچية لمنخفض واحة مرادة بليبيا ، قمت بها في شهر ديسمبر من عام ١٩٧١[١] ، وكنت حينئذ مشرفاً على الجانب الطبيعي من الدراسة الجغرافية الشاملة للمنخفض التي قام بها طلبة الليسانس بقسم الجغرافيا - كلية الآداب ببنغازي . وقد أتيحت لنا الدراسة بكل إمكانياتها المادية ووجدنا كل العون من أهالي الواحة ، خصوصاً من الأخ صميدة عبد الكريم الذي كانت لمرافقته لنا أثرها الطيب في تمكننا من سهولة التجول في أنحاء المنخفض .

وإقليم منخفض مرادة يعتبر « مادة خام » للدراسة الچيومورفولوچية ، مثله في ذلك مثل كل الأراضي الليبية على وجه التقريب . وما سبق أن كتب عن المنخفض ينحصر في استكشاف ثروته من الأملاح خصوصاً أملاح البوتاسيوم . وقــد اكتشفها أرديتو ديزيو **Ardito Disio** لأول مرة في عام ١٩٣١ . وفي السنين التالية أجرى الإيطاليون أبحاثاً مستفيضة عن

---

(١) أرسلت نتائج هذه الدراسة للنشر في مجلة كلية الآداب جامعة عين شمس في فبراير سنة ١٩٧٢ وهي هنا أكثر تفصيلا وإيضاحاً .

الأملاح الموجودة بالسبخة ، وسجلوا نتائجها في تقرير نقله ديزيو إلى كتابه « استكشافات معدنية في ليبيا » وأفرد له فصلاً خاصاً بعنوان « سبخة مرادة » وقد استغل الإيطاليون أملاح البوتاس في عامي ١٩٣٩ ، ١٩٤٠ ، ثم توقف الإنتاج لظروف الحرب العالمية الثانية . وقد درست إمكانيات إنتاج الأملاح من السبخة مرة أخرى في عام ١٩٦٣ ، وتبين أن استغلالها مربح .

الموقـــع :

يقع منخفض مرادة بين خطي طول ٥٧َ ١٨° ـ ٣٩َ ١٩° شرقاً ، وبين دائرتي العرض ٠٦َ ٢٩°ـ ٢٠َ ٢٩° شمالاً تقريباً، وإلى الجنوب من بلدة العقيلة الواقعة على خليج سرت بنحو ١٢٥ كم. والطريق المباشر القديم الذي يصل بلدة العقيلة بمنخفض مرادة قد أصبح الآن في حالة سيئة ، وهو الطريق الذي عبده الإيطاليون قديماً لنقل أملاح البوتاس بسيارات النقل لتصديرها من مرفأ رأس العلى الواقعة غربي العقيلة بنحو ٤٣ كم . وقد رصفت شركة إسو للبترول طريقاً آخر يبدأ من البريقة على الساحل إلى حقل زلتن ، ومن هذا الطريق يتفرع طريق آخر إلى حقل بترول الراقوبة والأخير يمر بالقرب من مرادة ، وهو الطريـــق الأسهل للوصول إلى الواحة .

الشكل والأبعـــاد :

شكل المنخفض شبيه بالشكل الهندسي المعروف بشبه المنحرف . ويمتد ضلعه الجنوبي الأطول في اتجاه شرقي غربي على طول مسافة مقدارها نحو ٦٠ كم . ويجري ضلعه الشمالي الأقصر في نفس الاتجاه تقريباً على امتداد مسافة تبلغ زهاء ٣٥ كم ، بينما يبلغ أقصى اتساع له ٢٥ كم . وتبلغ جملة مساحة المنخفض حتى المنحدرات الظاهرة التي تحف به نحو ١٢٠٠ كم مربع ، ومساحة السبخة حوالي ٥٠٠ كم مربع ، بينما تبلغ

مساحة المسطح الملحي ١٥٠ كم مربع . ويبلغ متوسط ارتفاع قاع المنخفض ١٥ متر ، وأدنى نقطة قيست في السبخة تقع في جزئها الشرقي ويصل ارتفاعها إلى ١٣ متر ، وأعلى نقطة فوق أرض السبخة تصل إلى حوالي ٥٥ متر (شكل ١) .

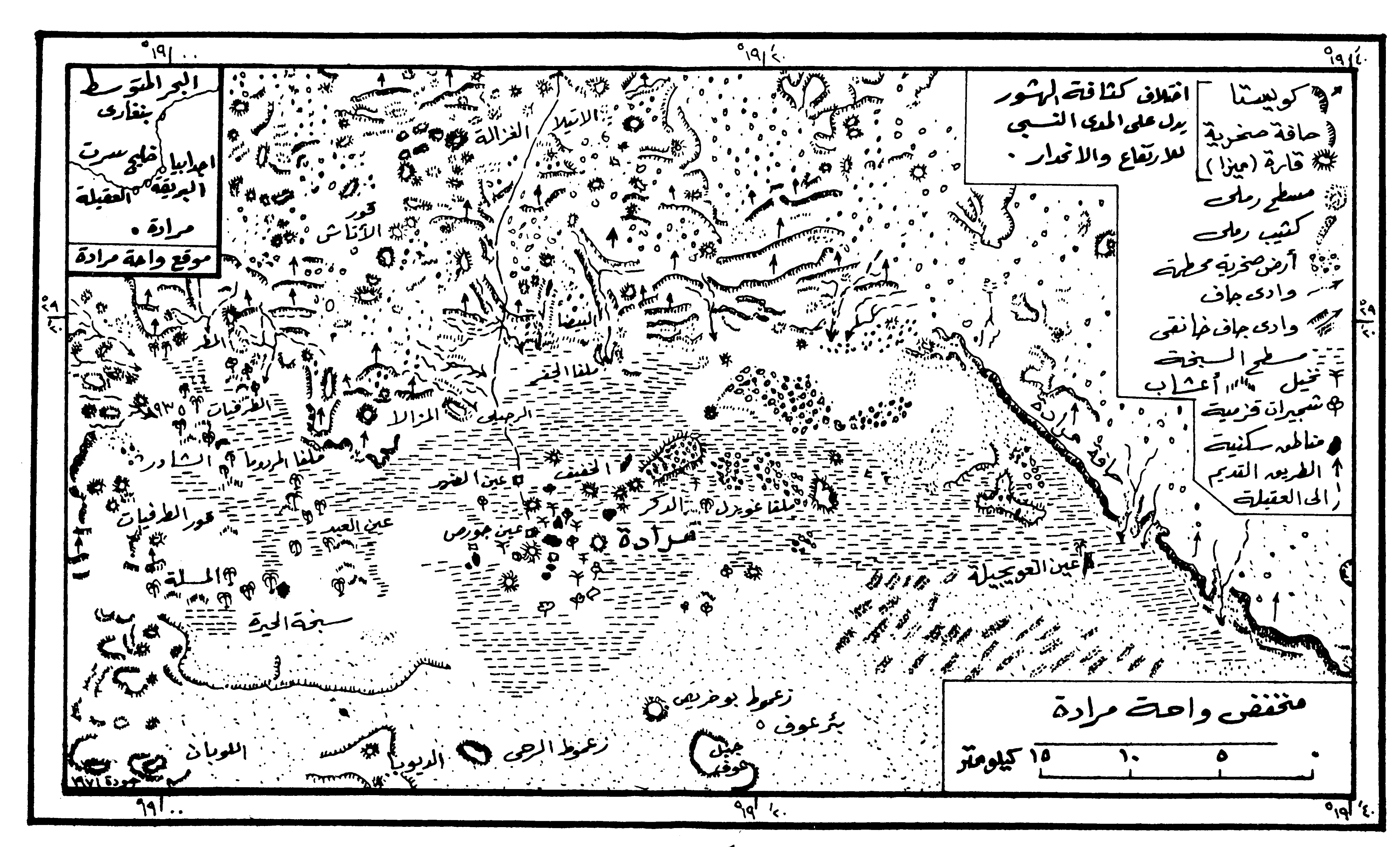
الحدود الطبيعيـــة :

يتحدد المنخفض من جوانبه الثلاثة الشمالية والشرقية والغربية بواسطة حافات صخرية تعرف محلياً باسم « الجبل » ، وهي عالية تشمخ في بعض المواضع إلى ارتفاعات تصل إلى ١٢٠ متراً . وتبدو الحافة الشمالية من بعيد في جملتها متصلة مستمرة إلى حد كبير ، لكننا كلما اقتربنا منها تظهر مقطعة الأوصال ، إذ تتداخل فيها أرض السبخة ، وتبرز منها ألسنة صخرية ظاهرة هنا وهناك مقتحمة مسطح السبحة خارج هذا الامتداد العام . ويفصل هذه الألسنة الصخرية عن بعضها أودية تشبه الحوانق متفاوتة العمق والاتساع . وهذه وتلك هي الظاهرات الطبيعية المسؤولة عن تقطع المظهر العام للحافة الشمالية الذي يبدو متجانساً من بعيد .

والجانب الغربي من المنخفض هو أكثر الجوانب الثلاثة تقطعاً وتسنناً . ويتميز الجانب الشرقي عن الغربي بأنه أكثر منه استقامة ، ويتصف بارتفاع متجانس ثابت إلى حد كبير ، ومنسوبه العام يطاول منسوب أكثر أجزاء الحافات الأخرى ارتفاعاً . أما الجانب الجنوبي من منخفض مرادة فهو أقل الجوانب كلها تحديداً ، وتميزه سلاسل من الكثبان والتموجات الرملية والتلال المتخلفة (شكل ١) .

الوضع الجيولوجي :

لقد تم حفر منخفض مرادة في هضبة تسودها الصخور الجيرية التي تنتمي في معظمها لعصر المايوسين . وتمتد الطبقات الصخرية في وضع يكاد يكون أفقياً، فهي تميل ميلاً هيناً طفيفاً صوب شمال الشمال الشرقي . ويمكن تلخيص التتابع الطبقي الكامل للحافات الرئيسية على النحو الآتي : —



كويستا
حافة صخرية
قارة (ميزا)
مسطح رملي
كثيب رملي
أرض صخرية محطمة
وادي جاف
وادي جاف خانقي
مسطح السبخة
نخيل
أعشاب
شجيرات قزمية
مناطق سكنية
الطريق القديم
الى العقيلة
اختلاف كثافة الهشور
يدل على المدى النسبي
للارتفاع والانحدار .
البحر المتوسط
بنغازي
خليج سرت
اجدابيا
البريقة
العقيلة
مرادة
موقع واحة مرادة
قور الآناش
الغزالة
الاسيلا
البيضا
ملفا الجفر
الرجيلي
المزالا
الطرفيات
قور الطرفيات
الشاورة
ملفا المرزوما
عين العبد
المسلة
سبخة الحيرة
عين الغضور
عين جورس
الخفيف
الذكر
ملفا غويرل
مرادة
عين العويجيلة
حافة مرادة
زعموط بوخريص
بئر عوف
جبل عوف
زعموط الرحى
الديوبا
اللوبان
منخفض واحة مرادة
٠ ٥ ١٠ ١٥ كيلومتر

شكل (١)

- طبقة كلسية بنية اللون متصلبة رقيقة نوعاً ترتكز على طبقة من الصخر الجيرى اللين الغني بحفرياته . ويبلغ سمك هذه الطبقة زهاء ٤٠ متراً .
- تتابع طبقي من الشيل الأخضر والجبس والجير المندمج الغني بالحفريات (السمك ٢٥ متر) .
- صخور رملية ورمال كوارتيزية ، لونها أحمر وأصفر داكن ، تستبين فيها الطبقية المتقاطعة (السمك الظاهر نحو ٢ متر) .

وينتمي التتابع الطبقي السالف الذكر للمايوسين الأسفل والأوسط .

ويتمثل الأوليجوسين في الجزء الغربي من قاع المنخفض ظاهراً في تكوينات من الشيل الرملي والجبس ، وتكوينات جيرية صلصالية تحتوي على حفريات .



شكل (٢) : قارة من قور الخفيف الثلاثة . لاحظ تجانس الارتفاع واستواء السطح وشكل المنحدر . وحول القارة ترشح المياه من أرض السبخة وتزهر الأملاح .

ويختلف عن ذلك التتابع الطبقي في القُور التي تزركش قاع المنخفض ذاته . وفيما يلي وصف لهذا التتابع في قور الخفيف الثلاثة (شكل ٢) : —

طبقة من الجبس يميل إلى اللون البني (٥ متر) .
طبقة من الجبس الصحائفي الطباقي بيضاء اللون (٤ متر) .
طبقة من الجبس النقي الحبيبي المتبلور الناصع البياض (٤ متر) .
طبقة من الشيل الأصفر الضارب إلى اللون البني (٦ متر) .
طبقة من الصخر الرملي الشيلي (٤ متر) .
طبقة من الصخر الرملي يظهر منها فوق سطح السبخة نحو ٢ متر .

حالة المناخ :

ليست هناك أرصاد بالواحة يمكن بواسطتها التعرف على ظروف المناخ . وما نذكره عنه في السطور التالية ، ينبني على ظروف الموقع الجغرافي في نطاق صحراوي شبه مداري ، وعلى معلومات مستقاة من العاملين بشركات البترول ، بالإضافة إلى أهالي الواحة . وهو على أي حال صحراوي متطرف والمدى الحراري كبير . وبحسب ما يذكر أهالي الواحة يشاهد الصقيع في صبيحات أيام الشتاء ، كما تغطي أسطح المياه الراكدة في القنوات طبقة رقيقة متقطعة من المياه المتجمدة في ليالي الشتاء الباردة وفي الصباح المبكر . وهذا إن دل على شيء فإنما يدل على تكرر انخفاض الحرارة إلى درجة التجمد في ليالي الشتاء بينما تشتد الحرارة في النهار ، ويعظم القيظ في أيام الصيف .

والرياح شمالية في الصيف ، وشمالية غربية وغربية في الشتاء . وفي الربيع وأوائل الصيف وأيضاً في الخريف تثور عواصف القبلي التي تثير الرمال وتحمل الأتربة ويغبرّ الجو بسببها وتنعدم الرؤية أو تقصر لبضعة أمتار . والمطر نادر وقد يسقط في هيئة رذاذ كل بضع سنوات مرة ، والرطوبة النسبية لا شك قليلة لكنها تزداد في الجو السفلي الذي يغلّف

أرض السبخة . ويشاهد الندى في الصباح حتى لتتجمع قطراته مع مياه الرشح مكونة لمسيلات ضيقة على المنحدرات السفلى للتلال المتخلفة فوق أرض السبخة وحواليها . والسماء صافية والشمس مشرقة على مدار السنة .

العوامل الحالية المُشكلة للمظهر الجيومورفولوجي :

وهذه تنحصر الآن في فعل التجوية الميكانيكية التي تتمثل في التفاوت الكبير بين درجات الحرارة اليومية والفصلية ، ثم في تأثير الرياح كعامل نحت واكتساح وإرساب ، وأخيراً في فعل التجوية الكيميائية نظراً لأن جو المنخفض كما رأينا لا يخلو من الرطوبة .

الدراسة الجيومورفولوجية

جوانب المنخفض

حينما نقف فوق قارة مرادة التي تبرز فوق أرض الواحة إلى علو يناهز ٥٥ متراً فوق منسوب البحر وندور ببصرنا في مختلف الجهات ، نشاهد حدوداً واضحة من على البعد للمنخفض في جهات ثلاث : الشمالية والشرقية ، والغربية . وتبدو هذه الحدود من بعيد بشكل حافات قائمة لهضبة فسيحة تمتد وراءها، أو تظهر في هيئة واجهات لثلاث كويستات هائلة تنحدر ظهورها جهة الشمال والشرق والغرب على التوالي . ولكننا حينما نقترب منها شيئاً فشيئاً نلاحظ تغيراً واضحاً .

الجانب الشمالي :

تبدأ تفاصيل الحافة الشمالية في الوضوح التدريجي حينما نقف على قارة من قور الخفيف . فالشكل المستقيم للحافة الذي يرى من بعيد يضطرب إذ تغزوه السبخة (قاع المنخفض) في أماكن عديدة في هيئة أقواس فسيحة ، والحافة بدورها تبرز في السبخة عند طرفي كل قوس . ومع هذا فالمظهر المتصل للحافة ما يزال يتراءى للعين من بعيد .

وحين نعبر أرض السّبخة ، ونصل إلى قرب نهايتها من جهة الشمال نشاهد واجهة الحافة على حقيقتها : فنراها ممزقة الأوصال مقطعة تقطيعاً شديداً ... ألسنة صخرية محدودة الامتداد في اتجاه عام شرقي غربي تتعاقب مع مصبات أودية عميقة شديدة انحدار الجوانب . وحين نصعد فوق قارة عالية مثل قارة البيضا ، وننظر صوب الشمال نرى تيهاً من الأرض الممزقة الوعرة من نوع البادلاند **Bad-Land** .

وتعتبر القور (ميزات **Mesas**) هي المظهر الجيرمورفولوجي الشائع في كل النطاق الشمالي الذي أسميناه بالأرض الوعرة ، ابتداء من نهاية السبخة في اتجاه شمالي إلى قارتي الإثيلا والغزالة ، ومنهما شمالاً (خارج نطاق الخريطة) وعلى بعد ١٢ كم إلى الحافة الرئيسية للهضبة حيث تبرز الطبقة الجيرية العليا في هيئة مظلة تدعى بالحجفا يستظل بها البدوي في وقت الهجيرة .

وهناك المئات من تلك القور التي قد تحتشد ويساند بعضها بعضاً ، وقد تتفرّق فتبدو منعزلة بارزة في بيئة حوضية تحيط بها . ومنها الضخم الكبير الأبعاد ومنها الصغير الذي يطل برأسه على استحياء . وتتنوع أشكالها ، فمنها المستطيل الشكل ومثلها قارة حصّين الرجيلي (قريبة الشبه من « أبو الهول ») ، ومنها المستدير القمة أو الأسطواني الشكل كالمزالة والبيضا والغزالة . وتتوج قمم القارات الضخمة العالية طبقة سميكة من الصخور الجيرية ، وإليها يعزى استمرار بقاء شموخ مثل هذه القور في ظلال المناخ الجاف الحالي .

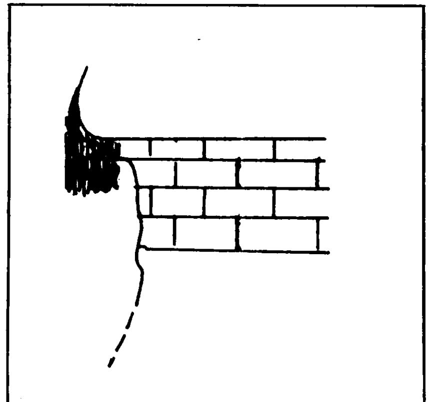
والحافة الشمالية المطلة على السبخة قد تقطعت هي الأخرى إلى سلسلة من القور المستطيلة الشكل ، تتتابع متجاورة أحياناً ، ومتباعدة أحياناً أخرى . وقد أمكن في بعض المواضع تتبع عدد من الأودية الجافة التي نعتبرها المسؤولة بالدرجة الأولى عن تشكيل هذا المظهر الطبوغرافي العام .

وهي تجري في اتجاه شمالي جنوبي (أودية عكسية ، عكس اتجاه الميل الطبقي) وتنتهي في السبخة ، وترفدها أودية أخرى تالية تتخذ مجاريها اتجاه المضرب (شكل ١) .

وسطح أجزاء هذه الحافة المشرفة مباشرة على السبخة منبسط صخري إلا في بعض المواضع القليلة حيث نجد تجاويف ضحلة ملئت بمواد رملية جيرية ناعمة قليلة التماسك لا يزيد سمكها عن سنتيمترّات قليلة ، هي أجزاء مصغرة مما ندعوه مورفولوچياً « بالبلاطة » .

وعند هوامش الحافة نشاهد أجزاء منها وقد انفصلت إلى كتل صخرية متفاوتة الضخامة ، انقطع الاتصال بينها وبين واجهة الحافة ، ما تزال تنتظر دورها في الانسلاخ والتدحرج على المنحدر لتستقر عند حضيضه ، وتتعرض للبلى بفعل التقشر والتفتت الناجم عن تتابع الحرارة والبرودة .

ومن فوق الجزء العلوي للحافة الذي يتكون من طبقة جيرية مندمجة متأكسدة بارزة في هيئة مظلة ، تتدلى على واجهة الحافة أشرطة رقيقة كلسية مغبرّة تتراوح أطوالها المعلقة بين ٣٠ — ٨٠ سم ، ويتراوح عرضها على امتداد الحافة بين ٢٠ — ٥٠ سم . وهي من الصلابة بحيث تقاوم الريح الشديدة التي ضايقتنا كثيراً في يوم السبت ١١ / ١٢ / ٧١ . (شكل ٣) .

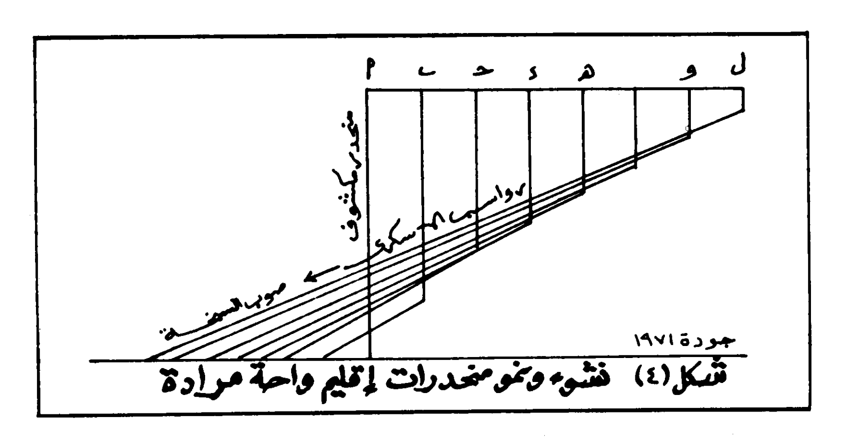


شكل (٣) : شريط كلسي يتدلى من أعلى المنحدر على واجهته .

والمنطقة كما أسلفنا يندر فيها سقوط المطر ولكنها لا تخلو من الرطوبة التي تتكاثف أثناء الليل حين تنخفض الحرارة على تلك الأسطح الجـيرية الباردة ،

وتتجمع القطرات التي تذيب بعضاً من الجير ، وتنحدر إلى وجه الحافة حيث يفاجئها الصباح بشمسه المشرقة الحارة ، فتتبخر المياه ، ويترسب الجير . وهكذا يتوالى حدوث هذه العملية يوماً بعد يوم ، وتنمو بذلك بلورات الجير نزلاً صوب أسفل المنحدر مكونة لتلك الأشرطة الجيرية التي تلفحها الرياح بما تحمله من أتربة فتخلع عليها اللون المغبرّ . وسنرى لتأثيرات الندى ظواهر أخرى بعد قليل .

ونأتي الآن إلى دراسة منحدرات الحافة . تشرف الحافة الشمالية بجميع أجزائها الممزقة سواء منها ما يزال عالياً وما تآكل وانخفض ، بواجهات شديدة الانحدار على أرض السبخة المنبسطة من جهة وعلى جوانبها الشرقية والغربية مشرفة على قيعان أداني الأودية الجافة من جهة أخرى . والانحدارات في أجزائها العليا قائمة . ثم يستقيم المنحدر بزاوية مقدارها نحو ٤٠° نتيجة لتراكم الحطام الصخري على مخارج الطبقات إلا إذا برزت طبقة صخرية صلدة ، وهو ما يحدث كثيراً في المنطقة ، فتعطى لجزء المنحدر الذي يقع أسفلها شيئاً من التقوس . أما أسفل المنحدر الذي يميل إلى التقعر نتيجة لانتشار الرواسب الدقيقة فيبدأ بتغير فجائي في درجة الانحدار من حضيض المنحدر المستقيم الشديد الانحدار ، ثم يأخذ في الانحدار التدريجي إلى سطح السبخة المستوي .



شكل (٤) نشوء ونمو منحدرات إقليم واحة مرادة

وفي الشكل (٤) محاولة لتوضيح أشكال المنحدرات التي رأيناها في أجزاء الحافة الشمالية . وفي تصورنا قد بدأ نمو منحدر الحافة بهيئة قائمة تشبه الشكل (٤ ـ ا) الذي نشأ عن طريق التجوية . وفي اعتقادنا أن مظهره الأول الذي يوضحه الشكل (٤ ـ ا) قد تشكل في بدايات العصر الجيولوجي الحديث ، بغض النظر عن ارتباط الحافة الشمالية والحافات كلها بالنشأة الأولى للمنخفض التي سنعرض لها في نهاية هذا البحث . وقد لعبت التجوية الميكانيكية دورها الفعال في تشكيله بالإضافة إلى فعل التجوية الكيميائية التي لا نستطيع أن ننكر دورها المساعد ، إذ أن الإقليم حتى مع ظروف المناخ الصحراوي الجاف الحالي الذي يسوده لا يخلو من الرطوبة التي تعبّر عن وجودها بالندى الذي سبقت الإشارة إليه وإلى تأثيره في الصخر الجيري .

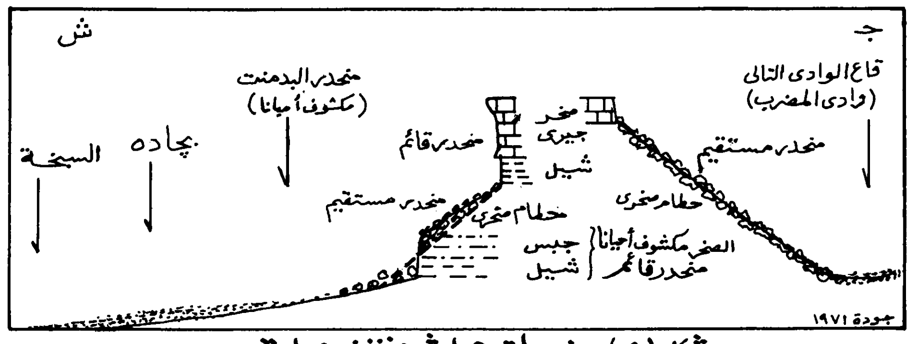
وباستمرار تجوية واجهة الحافة المشرفة على السبخة كانت أجزاؤها العليا تتراجع ، بينما تنطمر الأجزاء السفلى بالحطام الصخري الذي يحميها إلى حد كبير من فعل التجوية الميكانيكية ، وبطبيعة الحال لا تصلها التجوية الكيميائية نظراً لأن فعل الندى يقتصر على السطح .

وينمو الاسكرى صعداً بسرعة على جانب المنحدر في الحالات التي يمثلها الشكل (٤ ـ ا ، ب ، ج) نظراً لأن مساحة الجزء المكشوف من واجهة المنحدر والمعرض للتجوية أكبر من مساحة الجزء المطمور برواسب الاسكرى . ويصل النمو إلى درجة الاعتدال في السرعة حين تتساوى بالتقريب مساحتا الجزءين المكشوف والمطمور من واجهة المنحدر وذلك ما يوضحه الشكل (٤ ـ د) ، وهو الشكل الذي تظهر به معظم منحدرات واجهات القور وأجزاء الحافة الشمالية المطلة على السبخة .

وفي الجوانب الشرقية والغربية من القور التي انقسمت اليها الحافة الشمالية تلك الجوانب التي تشرف على أداني الأودية العميقة التي تتجه

من الشمال الى الجنوب صوب السبخة ، نجد نمو الاسكرى بطيئاً . (الشكل ٤ بين هـ ـ و) ويزداد البطء في نموه بدرجة كبيرة في الجانب الشمالي المظاهر للسبخة والمطل على الوادي التالي « وادي المضرب »، حيث نشاهد المنحدر كله فيما عدا جزئه العلوي (نحو متر إلى مترين) وقد غطي بغطاء سميك من الحطام الصخري الخشن .

ويحسن بنا هنا أن نجري مقارنة بين واجهة المنحدر المشرفة على السبخة (الواجهة الجنوبية) وبين الواجهة المطلة على الوادي التالي وهي الشمالية (شكل ٥) . فالواجهة الأولى تبدو قائمة في قسمها العلوي (نحو ١٥ متر) ، وهو قسم مكشوف ، وفيه تظهر مخارج لطبقتي الجير والشيل ثم يستقيم المنحدر أسفل غطاء من الحطام الصخري الخشن (٨ متر) ، ويعود المنحدر مرة أخرى إلى الانحدار الشديد حيث تبرز مخارج طبقتين من الشيل الجبسي (٤ متر) والشيل النقي (٣ متر) وهذا قسم مكشوف .



شكل (٥) منحدرات هوامش منخفض مرادة
المنحدرات المشرفة على الأودية التالية إلى اليمين ، والمطلة على السبخة الى اليسار

ثم يرجع المنحدر مرة أخرى إلى الاستقامة ثم يتقعر في جزئه السفلي حيث يحمل غطاء رقيقاً من المواد الصخرية الدقيقة الحبيبات ، ذلك الغطاء الذي يزداد سمكاً نحو سطح السبخة وحتى التقائه بها (بديمنت Pediment ، وبجادا Pajada ، وبلايا Playa أو سبخة) . وهنا نلحظ ظاهرة لها أهميتها في إحداث التقعر . فإلى جانب فعل الرياح وسفيها للرمال الدقيقة الحبيبات نشاهد مجاري لجداول rills ما تزال الرطوبة تبللها حتى بعد شروق الشمس بنحو ساعتين . وهنا نكتشف أثراً فعالاً للندى الذي لا شك ، والحالة هذه ، يتجمع بشيء من الوفرة بحيث يكوّن تلك الجداول التي يبلغ عمقها بين ٥ ـ ١٠ سم وعرضها من أعلى بين ١٠ ـ ١٥ سم ويبدو قطاعها العرضي في هيئة الرقم ٧ . والجداول بشكلها هذا لا شك قادرة مع الزمن على القيام بفعل تحاتي متحرك فوق منحدر هين الانحدار ،



شكل (٦) : جزء من الحافة الشمالية المشرفة على منخفض مراده . ثلاث كويستات صغيرة تفصل بينها أودية خانقية . يشاهد التمايز في عمليات التجوية في طبقات صخرية متفاوتة الصلابة والمقاومة . واجهات الكويستات شديدة الانحدار . لاحظ منحدر البديمنت الهيّن الانحدار في مقدمة الصورة .

يساندها فعل الرياح ، ولهذا لا تبقى مكونات التيلاس متراكمة في هيئة قبابية ، وإنما تنتشر وتتوزع في اتجاه السبخة ، فيبدو المنحدر هيناً مقعراً . ومن السهل تتبع سطح البديمنت ابتداء من أسفل المنحدر المستقيم ، حيث يتكون من صخر الجبس المكشوف أو المطمور بغشاء رقيق من الرواسب الدقيقة ، ثم يزداد سمك الرواسب تدريجياً صوب السبخة وهو القسم الذي يدعى باچادا ، وأخيراً نصل إلى أرض السبخة الحقة .

ولا يقتصر فعل جداول « الندى » هذه على القسم السفلي من المنحدر ، وإنما يتعداه إلى المنحدر كله من أعلاه إلى أسفله . وهي ظاهرة واضحة في كل واجهات أجزاء الحافة المشرفة على السبخة ، وهي أظهر وأوضح وأكثر أبعاداً فوق منحدرات القور التي تزركش أرض السبخة ، وهذا مفهوم بسبب ازدياد نسبة رطوبة جو السبخة .

وجداول الندى تعبير نقترحه لمثل هذه الظاهرة بمفهومها التحاتي المشار إليه ، وهو يعبر عن ظاهرة شائعة الوجود فوق المنحدرات المشرفة على سبخة مرادة وفوق منحدرات قورها . هذه الجداول لا يمكن أن نرجع تكوينها لفترة مطر سالفة كالأودية الضخمة العميقة التي قطعت كل الحافات التي تحد المنخفض ، فهي ليست ظاهرة حفرية ، وإلا لانطمست معالمها تماماً نظراً لضآلتها خلال الـ ٥٠٠٠ سنة الأخيرة منذ حدوث آخر فترة مطيرة في العصر الحجري الحديث . وأنا لم أشاهد جريان قطرات الندى في مجاريها ، ولم يكن من المستطاع فعل ذلك . وإنما أمكن التعرف عليها برؤية ابتلالها بالماء من جهة ، ومن جهة أخرى فليس هناك عامل آخر محتمل يمكن أن يُعزى إليه تكوين تلك الجداول . فكما سبق أن أشرنا يكاد ينعدم المطر تماماً في المنطقة .

ويختلف المظهر الجيومورفولوچي للمنحدر الشمالي للحافة الشمالية عن ذلك المنحدر الجنوبي المشرف على السبخة كل الاختلاف (شكل ٥)

ووجه الشبه الوحيد بينهما يتمثل في الجزء العلوي المكشوف والقائم الانحدار في بعض المواضع ، والمحدب مع شدة في الانحدار في المواضع الأخرى ، وهو هنا لا يتعدى مترين ارتفاعاً . أما باقي المنحدر فيتغطى بغطاء ضخم من الحطام الصخري الخشن ، ويبدو مستقيماً في جزئه الأوسط بزاوية انحدار تصل إلى نحو ٤٠° . ثم يتقعر في قسمه السفلي حينما يلتقي بأرض الوادي التالي (وادي المضرب) المفروشة بالرمال المتوسطة والدقيقة الحبيبات والتي تزخر بحطام الحفريات .

والحطام الصخري الذي يغطي وجه المنحدر هنا يختلف في شكله ومظهره كل الاختلاف عن الحطام الصخري الذي يغطي أجزاء من الواجهة الجنوبية المطلة على السبخة . ففي الأخيرة يتكون من كتل صخرية يدل مظهرها على حداثة تساقطها وتدحرجها . وهي في معظمها كبيرة الحجم ، وتحيط بها كتل أصغر مغبرة متآكلة هي بقايا لكتل أقدم أصابتها التجوية بفعلها وفتتتها وأعدتها للسفى بواسطة الرياح . والرياح في هذه الواجهة الجنوبية المطلة على أرض السبخة الفسيحة تعمل حرة طليقة ، ولذلك ففعلها كعامل نحت واكتساح أظهر وأبعد أثراً بكثير منه على الجانب المظاهر حيث يعرقل عملها ، بل وتوقفه أحياناً بيئة التيه المضرسة التي تحاذيها ، ومن ثم فهي هنا ترسب على قاع الوادي التالي أكثر مما تنحت وتكتسح .

وبينما الرياح تخلي واجهة المنحدر المشرفة على السبخة من الفتات الصخري الدقيق ، وتكتسح أولاً بأول ما تستطيع حمله أو دفعه أو دحرجته من مكونات الاسكرى ، فيظل جزء كبير من الواجهة مكشوفاً معرضاً للتجوية ، نجدها تعجز عن فعل ذلك على الواجهة المظاهرة التي تتغطى حتى قرب قمتها بحطام صخري خشن يزداد سمكاً بالاتجاه نزلاً . وهذا هو السبب في تطور شكل هذا المنحدر إلى الهيئة العادية للمنحدرات التي تبدو محدبة في أعاليها ، ومستقيمة في أواسطها ، ومقعرة عند أسافلها .

فعملية التجوية نشطة نوعاً في الجزء العلوي المكشوف الذي يتراجع باستمرار بينما الأجزاء الأخرى مجال للترسيب ، خصوصاً مع ضعف تأثير الرياح هنا كعامل نقل ، فيتعطل تراجعها .

والحطام الصخري الذي يفترش وجه المنحدر الشمالي قديم بني اللون داكن ، ويتركب من حبيبات رملية خشنة ومتوسطة متماسكة في هيئة شرائح مستطيلة متفاوتة الطول (٢٠ — ٥٠ سم) والعرض (١٥ — ٢٥ سم) والسمك (٥ — ١٠ سم) . بعضها منفصل منفرد ، والبعض الآخر ما يزال ممسكاً بوجه المنحدر . ولا يشك في معاناته لتجوية طويلة الأمد ، فهو يمثل مخلفات لكتل صخرية كبيرة استجابت معظم مكوناتها لعمليات تجوية ميكانيكية (التقشر والتفكك بتتابع الحرارة والبرودة) وكيميائية (الإذابة بفعل الندى) بطيئة . ويكاد يكون المنحدر الشمالي في حالة توقف تام باستثناء الجزء العلوي ، بينما المنحدر الجنوبي ، في حالة تراجع أنشط ومتوازي لحد كبير .

وحين نترك الحافة المطلة على المنخفض ونتجه شمالاً نجد تيهاً من الأرض الوعرة تمتد على مدى العصر في كل اتجاه . ويمكن للمورفولوچي أن يميز في هذا التيه عدداً من الأشكال الأرضية المختلفة . فالهضبة قد تمزقت إلى عدد هائل من التلال المتخلفة المتباينة الأشكال والأبعاد (شكل ١) : بعضها مستدير أو بيضاوي أو مستطيل شديد انحدار الجوانب ، وبعضها الآخر مخروطي أو مدبب القمة هين الانحدار . وهي تتزاحم متجاورة أو متقاربة أحياناً ، وتتباعد عن بعضها أحياناً أخرى .

وأكثر هذه التلال ارتفاعاً واتساعاً هي ما تتغطى قممها بطبقة سميكة من الحجر الجيري المندمج ، ومثلها قارة الغزالة التي تقع شمال قرية مراده بنحو ٣٠ كم .

وتظهر قارة الغزالة كأبرز مظهر تضاريسي تشاهده وأنت آت من

الشمال . ويبلغ ارتفاعها زهاء ٦٠ متراً فوق سطح الأرض المحيطة بها . ويغلب في تكوين جرمها الظاهر الصخر الجيري الناصع البياض . وسطح القارة تام الاستواء ، ويبدو في هيئة مستطيلة أقرب إلى البيضاوية (١٠٠٠ متر × ٦٠٠ م تقريباً) ، وهو صخري صلب بني اللون ، ويمثل سطح الطبقة الجيرية العليا (سمكها نحو ٢ متر) التي أصابتها التجوية وخلعت عليها لوناً بنياً . وترتكز هذه الطبقة على الصخر الجيري الناصع البياض أسفلها ، وتبرز هوامشها معلقة تنتظر دورها في التكسر والتساقط بفعل الجاذبية الأرضية . ويلي الطبقات الجيرية التي تكتنفها الفواصل تعاقب طبقي من الصخر الجيري والشيل الأخضر . وفي أسفل منحدر القارة تظهر الصخور الرملية .

ولا يختلف شكل منحدرات قارة الغزالة كثيراً عن شكل منحدرات الحافة المشرفة على السبخة . فالانحدار قائم في الجزء العلوي المكشوف ثم يأخذ في الاستقامة ويتغطى بالحطام الصخري الذي تتضاءل أحجام مكوناته نزلاً حتى نصل إلى حضيض القارة حيث تتوزع المفتتات الدقيقة ويأخذ المنحدر شكله المقعّر . ويضطرب هذا النظام هنا وهناك حينما تبرز الطبقة الجيرية البيضاء الصلدة المقاومة ، فوق طبقة من الشيل الأخضر الهش ، ويحدث هذا ابتداء من أواسط المنحدر نحو أسافله .

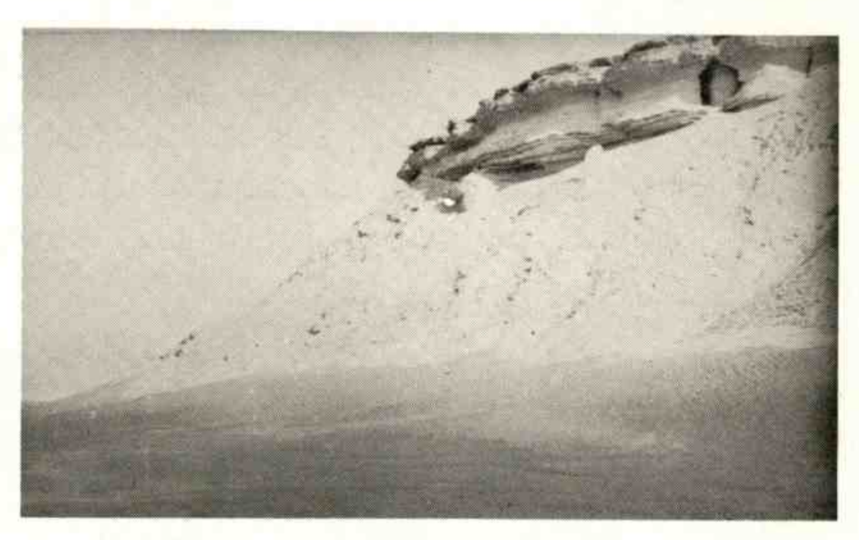
وحين نرقى سطح القارة وننظر في كل اتجاه نشاهد معظم المظاهر الجيومورفولوجية التي يمكن أن نصادفها في الصحاري . فكل ما تبقى من السطح الأصلي للهضبة الصحراوية يتمثل في كتل صخرية عمدانية تتميز بأسطح منبسطة مستديرة الشكل أو مدببة ، ذات جوانب شديدة الانحدار ، تنتهي في كل الحالات بمنحدرات سفلى مقعرة . وقد تحتشد هذه الأشكال متجاورة ومتفاوتة الأحجام والارتفاعات وقد تتباعد عن بعضها ، فتتاح الفرصة لظهور البيئة الحوضية المدرجة . وهنا ينحدر السطح في سلسلة من المصاطب المتعاقبة تمتد حافاتها في هيئة أقواس تحيط

بمنخفض ضحل تكسوه الرمال الدقيقة ، وقد تزركشه كتل نباتية متفرقة . وهنا وهناك يبرز المظهر الجيومورفولوچي في هيئة كويستات نرجىء مناقشتها لدراسة مستقلة .

الجانب الغربي :

وحين نتجه إلى الغرب نجد الحافة المشرفة على السبخة مسننة ومقطعة . ونرى هامش الهضبة وقد مزّقته الأودية الخانقية المتباينة الاتساع والعمق إلى عدد كبير من القور والألسنة الصخرية التي تبرز هنا وهناك محتضنة أجزاء من السبخة . ولقد تستقيم الحافة في بعض المواضع في هيئة كويستات كما هي الحال في الجانب الشمالي نشير إليها فيما بعد .

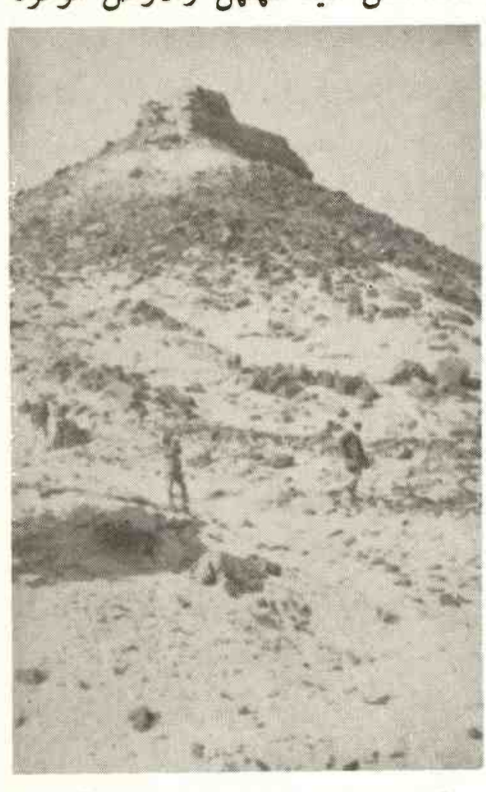
ولا يختلف المظهر الجيومورفولوچي لهذا الجانب الغربي عن الجانب الشمالي . فمنحدرات أجزاء الحافة المشرفة على السبخة شديدة الانحدار



شكل (٧) جزء من الحافة الغربية : القسم العلوي من المنحدر جيري مكشوف ، وفيه (أعلى الصورة جهة اليمين) يظهر مدخل لكهف . ويبدو المنحدر المستقيم مطموراً تماماً بالرواسب .

أو قائمة في أعاليها ، ومستقيمة في أواسطها ، وهينة الانحدار مقعرة في أسافلها . والحطام الصخري خشن فوق المنحدر المستقيم دقيق الحبيبات فوق المنحدر السفلي . ويبدأ الأخير بتغير فجائي في درجة الانحدار حيث يبدأ سطح البديمنت الذي قد يظهر مكشوفاً عاري الصخر ، وقد يتغطى بغطاء رقيق من الرمال المتوسطة الحبيبات ومنه الى البجادة ثم إلى مسطح السبخة . وفيما وراء الحافة نشاهد نفس التيه المهلهل والأرض الوعرة المضرسة والمرصعة بعشرات القور المتباينة الأشكال والأحجام. وهنا وهناك يبدو المظهر الحوضي المدرج بوضوح .

والتتابع الطبقي الصخري للحافة والقور يماثل ما وجدناه في الجانب الشمالي . وأكثر القور ارتفاعاً ما توج قممها حجر جيري مندمج . وتشذ عن ذلك القارة السوداء التي تعرف محلياً بالجبل الأسود والتي تقع قرب موقع الطرفيات ، إذ تعلوها طبقة من صخر رملي لونه بني داكن أو مسود ، يتركب من حبيبات مندمجة ما هي إلا عقد سليكية وحديدية نرى أنها قد تخلفت عن تجوية الصخور الجيرية . وتظهر



شكل (٨) القسم العلوي من الجبل الأسود .
تعلو التل المتخلف طبقة من الصخور الرملية الحديدية الداكنة اللون . وقد انتثر ما تآكل منها من حطام فوق منحدرات التل ومن حواليه لمسافة تصل إلى نحو ٢ كم !!

تلك الطبقة العليا في شكل قلنسوة القسيس السوداء وترتكز على عنق جيري قائم الانحدار ، تنتشر أسفله على أكتاف القارة ومنحدراتها الوسطى الهينة نوعاً كميات ضخمة من الحطام الصخري المشتق من تآكل تلك الطبقة . ومن ثم يبدو جرم القارة من بعيد وكأنه بركان بازلتي خامد أسود اللون يبرز في وقار القسيس بثوبه الكهنوتي وسط رعية من القور الفاتحة اللون (شكل ٨) .

وتبدو الطبقة الرملية مقعرة السطح في هيئة ثنية مقعرة ضحلة . وإذا ما تصورنا الشكل الأصلي لسطح الهضبة قبل أن تصيبها التعرية بفعلها ، وافترضنا وجود تجويف ضحل بها في هذا الموضع وحواليه ، إذن لسهل علينا فهم تكوين تلك العدسة الجيولوجية الصخرية من نتاج التعرية في صخر جيري . ولا شك أن هذه الطبقة المحدودة الأبعاد حالياً كانت أكثر اتساعاً ، يدل على ذلك كمية الحطام الصخري الضخمة المشتقة منها والتي تناثرت فوق منحدرات القارة وفوق قيعان الأودية المحيطة بها .

الجانب الجنوبي :

وحينما نترك الجانب الغربي ونتجه جنوباً نعبر سلسلة من القور المستطيلة التي تأخذ اتجاهاً عاماً غربياً شرقياً ، ومنها قارة المسلة ، وننتهي إلى سبخة منعزلة هي سبخة الحيره ، التي تحدها جنوباً وغرباً حافة شبه متصلة تمثل واجهة لحافة صخرية ينحدر سطح ظهرها انحداراً هيناً نحو الجنوب لا يتفق مع ميل الطبقات الصخرية الذي يأخذ اتجاه الشمال . وما تلبث الأرض بعد ذلك ان ترتفع بالتدريج صوب الجنوب حيث تبلغ ارتفاعاً يتراوح بين ١٥٠ ــ ٢٠٠ متر في منطقتي الراقوبة وزلتن حيث يقع حقلان للبترول تابعان لشركة إسو ، ويوجدان في منخفضين تكتنفهما الحافات العالية .

وحين نرقى قمة الحافة الصخرية التي تشرف على سبخة الحيره ،

ونوجه أنظارنا جهة الشرق والجنوب نشاهد بحاراً من الرمال المموجة. ولا يقطع هذا المظهر الجيومورفولوچي العام سوى بعض من التلال المتخلفة المتباعدة عن بعضها تطل بروؤس صغيرة في معظم الأحيان. وهي تبدو حينئذ أشبه بمخروطات مدببة القمم حين يغطيها غطاء رقيق من حبات الرمال، وأشبه بأكوام الغلال حين تنطمر برمال كثيرة تخلع على جوانبها الانحدار الهين السهل. وتشذ عن ذلك قارة زعموط الرحيّ المستطيلة المنبسطة السطح، وكذلك قارة زعموط بوخريص المستديرة الشكل (شكل ١).

من هذا نرى أن حافة المنخفض من جهة الجنوب غير واضحة المعالم. فظواهرها تنطمر أسفل غطاء ضخم من الرمال. ويحدث تراكم الرمال وتتكون الكثبان الرملية حيث تصطدم الرياح بعقبات في طريقها، أو حيث تتسع مجالات هبوب التيارات الهوائية، وتلك شروط تتوافر في الجانب الجنوبي من المنخفض. وما تلبث الرمال أن تنتشر وتتوزع فوق مساحة شاسعة على شكل غطاء مموج، أو قد تصير الرمال إلى تلال أو إلى سلاسل من التلال الرملية.

وتظهر فوق سطح الغطاءات الرملية أشكال صغيرة نسميها بالتموجات الرملية والحافات الرملية. وهي تبدو بهيئة عروق صغيرة بارزة يتراوح ارتفاعها بين ٥ — ١٠ ملم، وتفصلها عن بعضها خطوط غائرة. وقد تمتد متوازية أو قد تتقطع إلى أجزاء صغيرة أو قد تتوزع وتتشابك حين تحل فجوات محل الخطوط الغائرة فتنتظم الحافات أو العروق حينئذ في هيئة شبكيّة، ويصبح المظهر المورفولوجي للمنطقة كورقة شجرة أو ريشة طائر. وهي على أي حال أشكال عابرة زائلة، إذ أنها تتحرك وتغير مواضعها مع هبات الرياح وقد تتلاشى تماماً. وفي نشأة هذه الاشكال الصغيرة نرى أنها تتكون بسبب اختلاف كثافة حبات الرمال وعدم التجانس في أحجامها والتباين في درجة تحركها، ثم عن طريق هبوب

الرياح في شكل دفعات أو هبات متقطعة .

ويتميز القسم الشرقي من بحر الرمال هذا بوجود نطاق كبير من سلاسل الكثبان الرملية المتوازية التي تمتد في اتجاه عام من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي . وإذا ما كانت الرياح الشمالية الغربية هي السائدة في المنطقة ، وهي بطبيعة الحال المسؤولة عن تكوين هذه السلاسل من الكثبان ، فإنها حينئذ تدخل ضمن نمط الكثبان العرضية أو المستعرضة . وقد أمكن الاستدلال على اتجاه الرياح من دراسة منحدرات الكثبان . فمنحدراتها المواجهة للشمال الغربي (من حيث تأتي الرياح) هينة الانحدار (بين ٥ — ١٠°) بينما تنحدر جوانبها المظاهرة لهذا الاتجاه انحداراً شديداً في البداية ، ثم يتلو ذلك انحدار هين نوعاً بزوايا تتراوح بين ١٠ — ٢٠°. كما أن هنالك بدايات للتحول إلى شكل البرخان في بعضها حيث نجد انحناءات عند الأطراف تجاه الجنوب الشرقي . أما قمم الكثبان فتبدو في هيئة أقواس فسيحة محدبة (شكل ١) .

الجانب الشرقي :

تحد المنخفض من ناحية الشرق حافة شديدة الوضوح أقل تسنناً وتعرجاً بكثير من الحافتين الشمالية والغربية وهي تبدو متصلة مستمرة فيما عدا بعض المواضع التي تقطعها وديان جافة خانقية عميقة شديدة انحدار الجوانب . وفي تلك المواضع تظهر بعض القور المتخلفة عن عملية التقطيع . وتبدو الحافة أيضاً متناسقة الارتفاع ، وتمتد بهذا الشكل المتصل المتجانس المستقيم زهاء ٤٠ كم . وينتهي طرفها الشمالي الغربي بأرض مضرسة ، وحينئذ ندخل مرة أخرى في نطاق الجانب الشمالي من المنخفض حيث نجد البيئة الممزقة التي سبق وصفها . وسنعرض لمناقشة هذه الحافة عند الكلام عن ظاهرة الكويستا .

الاودية الجافة

نحن نعتقد أن التقطع الشديد الذي أصاب هوامش الهيئة الميوسينية المشرفة على المنخفض خاصة من الشمال والغرب إنما يرجع في معظمه لفعل الماء الجاري في عصر مضى . وليس من السهل تتبع مجاري تلك الأودية القديمة في وقتنا الحالي ، كما قد تعذر العثور على مدرجات تكتنف جوانبها ، نظراً لأن معظم معالمها قد انطمس بفعل الرياح . ومع هذا فمن الممكن التعرف على أجزاء من تلك المجاري الجافة في أكثر من موضع . مثال ذلك فيما بين قارتي حصين الرجيلي والبيضا على جانبي الطريق القديم الذي يصل مراده بالعقيلة ، وفي النطاق المحيط بقارة المِطْر في الغرب ، وعند التقاء الحافة الشرقية بالجانب الشمالي .. (انظر الخريطة شكل ١) . وهي جميعاً تتخذ اتجاهات شمالية جنوبية أو غربية شرقية أو فيما بين هذين الاتجاهين .



شكل (٩) : جزء من الحافة الشرقية .
تبرز الطبقة الجيرية العليا الصلدة في هيئة مظلة « حجفا » ، أسفلها المنحدر القائم (صخر جيري لين نوعاً وناصع البياض) ، ويبدأ المنحدر المستقيم عند أقدام الرجال الثلاثة . وتبدو في مؤخرة الصورة جهة اليمين قارة مستوية السطح من القور التي ترصّع أرض السبخة .

وحينما نشاهد نسيج هذا التقطع المتقارب لهوامش الهضبة المطلة على المنخفض بل والمزدحم في كثير من الأحيان ، ونرى تلك الأودية العميقة المسطحة القيعان الشديدة انحدار الجوانب الصخرية، فإنه لا تفسير لذلك إلا القول بأن المنطقة قد أصابها المطر في عصر سالف . ونحن لا نقصر تأثير الأمطار والمجاري المائية القديمة على تقطع هوامش الهضبة المشرفة على المنخفض فحسب ، بل إننا نعتبرها من العوامل الرئيسية المسئولة عن حفر منخفض مراده ذاته .



شكل (١٠) : في أعلا الصورة حيث يقف الأخ صميدة وسائق السيارة يقع مخرج واد خانقي جاف . وفي مقدمة الصورة تظهر شبكة جداول الندى والرشح ، وهي من بين العوامل المسئولة عن استمرار تشكيل منحدرات هوامش منخفض مراده . وفي وسط الصورة تظهر الكتل الصخرية المتدحرجة على منحدر البديمنت .

ولقد سبق لي أن عرضتُ رأياً في الفصل الثاني من كتاب العصر الجليدي (١٩٦٦ ، ص ٣٢ وما بعدها) ، ذلك الرأي الذي يسهل لنا فهم الكثير من مثل هذه الظاهرات الجيومورفولوجية المربكة في تفسيرها ، وفيه نفترض مع بيدل « أن الذبذبات المناخية التي حدثت أثناء عصر البلايوستوسين قد صحبها تزحزح في النطاقات المناخية، وبالتالي تزحزح فيما يتصل بها ويصحبها من حياة نباتية وعمليات جيومورفولوجية ومناخية . فالتحول

المناخي إلى البرودة على وجه الأرض يعني بناء على ذلك أن كل النطاقات المناخية تتقدم أو تتزحزح تجاه الدائرة الاستوائية ، كما يعني التحول إلى الدفء أن النطاقات المناخية تتراجع تجاه القطب » .

وبناء على هذا الرأي الذي عززناه مؤخراً بآراء تضمنها بحث عن «عصور المطر في الصحراء الكبرى ... » (١٩٧١) ، كان نطاق مناخ البحر المتوسط المثالي الذي ينحصر حالياً بين دائرتي العرض ٣٢° — ٤٥° ش كان يتزحزح جنوباً وينضغط بين دائرتي العرض ٢٨° — ٣٦°ش . معنى هذا أن منطقة منخفض مراده التي تقع إلى الشمال من دائرة العرض ٢٩°ش ، كانت أثناء الفترات الباردة أو الجليدية الشمالية تدخل ضمن نطاق مناخ البحر المتوسط آنذاك ، وكان يصيبها قدر من المطر الشتوي يعادل ما يصيب دائرة العرض ٣٣° ش في وقتنا الحاضر على وجه التقريب ، أي قدر ما يتساقط على بلدة مثل توكره الواقعة على خط عرض ٣٠َ ٣٢° شمالاً (شمال شرق بنغازي قرب الساحل) ، وهو قدر يناهز ٤٠٠ ملم . وبالتالي كان نطاق المنخفض يقع تحت تأثير عمليات وقوى چيومورفولوچية مناخية تختلف عن مثيلاتها في العصر الحاضر ، وبالتالي قد عانى من فعل وتأثير التعرية المائية الشيء الكثير .

وحين ننظر إلى الشكل رقم (١) المرفق بالبحث الخاص بعصور المطر الآنف الذكر ، ونتابع خط الرطوبة الخاص بنطاق شمال وسط الصحراء الكبرى (جنوب الجزائر وليبيا ومصر فيما بين دائرتي العرض ٢٥° — ٣٠° ش) نرى سلسلة طويلة متتابعة من فترات المطر والجفاف ابتداء من عصر البلايوسين وعبر البلايوستوسين وحتى نهاية القسم الأول من الهولوسين . وقد عثر على آثار چيولوچية ومورفولوچية وبيدولوچية في جهات من ليبيا داخل هذا النطاق من العروض تشير كلها إلى حدوث فترات مطيرة استمرت من الزمن الثالث الحديث حتى الزمن الرابع .

وما تزال فترات المطر في البلايستوسين الأسفل تعوزها بعض الأدلة ، ولكن ليس من شك في حدوث فترتين مطيرتين شديدتي الوضوح في نطاق العروض هذا (بين ٢٥°– ٣٠° شمالاً) الذي يقع في جزئه الشمالي إقليم منخفض مراده (خط عرض ٢٩° شمالاً) تعاصران فترتي الجليد ريس ، وڤورم . كما أمكن التعرف على فترة مطر أخيرة حدثت في الفترة الزمنية التي يسميها المتخصصون في الآثار وفي الجغرافيا التاريخية «العصر الحجري الحديث» (تاريخه في مصر ٥٠٠٠ ق.م) ومن بعد ذلك حلت ظروف مناخ الصحراء الحالية بعملياتها الجيومورفولوچية المعروفة .

معنى هذا أن تشكيل سطح النطاق الصحراوي الذي يقع فيه منخفض مراده قد عانى خلال فترة طويلة شملت الزمن الرابع كله وامتدت إلى القسم الأخير من سابقه من تأثير نوعين من العمليات الجيومورفولوچية المناخية في أثناء سلسلة من الفترات المتعاقبة : نوع يسود الآن إقليم البحر المتوسط الذي يتميز بصيفه الحار الجاف وشتائه الدفء المطير ، والنوع الآخر يسود منطقة المنخفض ذاته في وقتنا الحالي وهو المناخ الصحراوي الجاف المتطرف الحرارة .

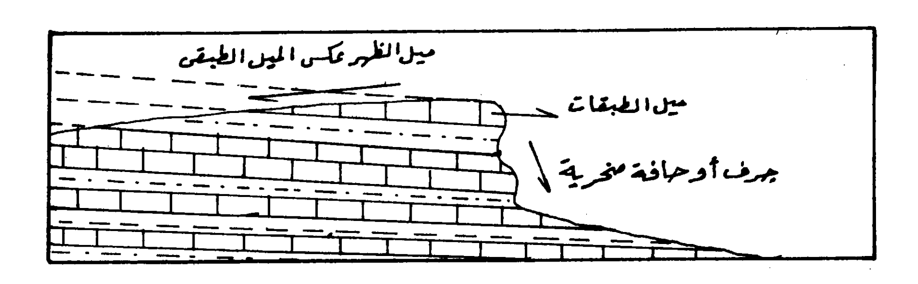
وفي أثناء الفترات المطيرة كانت الأودية تجري بالمياه ولو فصلياً . وكان جريانها سريعاً بل وفي هيئة سيول . وهذا النمط من الجريان تسمح به طبيعة التضرس في المنطقة من جهة ، وطبيعة تساقط المطر الشتوي من جهة أخرى ، فهو يهطل في هيئة وابل . يضاف إلى ذلك أن الهطول يأتي في الشتاء عقب صيف حار جاف أثناءه تتشقق الصخور وينحلّ تماسكها من أثر التجوية الميكانيكية . وتأتي الأمطار والسيول بعنفوانها فتجد بيئة صخرية قد سبق إعدادها للنحت والاكتساح فيعظم أثرها في تعرية المنطقة . وإذا كنا الآن لا نجد واضحاً من شبكة الأودية سوى أجزاء يسيرة ، فإنما يرجع سبب ذلك إلى انطماس كثير من معالمها بالرمال ،

وبفعل التعرية الهوائية التي استطاعت تحويل قسم عظيم من هوامش الهضبة في الشمال والغرب من المنخفض من بيئة الأودية إلى بيئة الأحواض الضحلة التي تكتنفها الحافات المقطعة وتزركشها التلال المتخلفة .

الكويستات

كلمة كويستا Cuesta كلمة أسبانية تستخدم في الجيومورفولوچيا للدلالة على تل أو شكل أرضي يتألف من منحدر شديد عكس ميل الطبقات يسمى بحافة أو واجهة الكويستا Cuesta Scarp ، ومن منحدر سطحي هين الانحدار يمتد مع ميل الطبقات يمكن تسميته بمنحدر الميل الطبقي dip-slope أو ظهر الكويستا .

ومهما اختلفت عوامل تكوين الحافات ، فينبغي أن نقصر استخدام كلمة كويستا على الشكل الأرضي الذي يتميز بالخصائص السالفة الذكر . ولا شك أن كل الحافات التي تكتنف منخفض مراده قد أنشأتها عمليات واحدة . ولكننا نستبعد كل أجزاء الحافة الجنوبية وبعض من اجزاء الحافة الغربية المشرفة على السبخة من مفهوم الكويستا كشكل أرضي حتى ولو كانت انحدارات أسطح ظهورها تميل في اتجاهات معاكسة لاتجاهات انحدارات واجهاتها ، وهذا ما لاحظناه في بعض المواضع (شكل ١١)



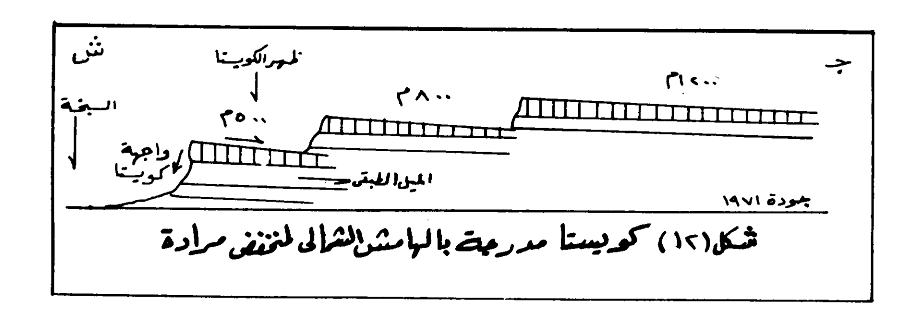
شكل (١١) الحافات الصخرية المطلة على سبخه مراده كما تبدو في بعض اجزاء الجانب الجنوبي للمنخفض

وهذه يمكن أن نطلق عليها تعبير الجروف أو الحافات الصخرية .

ويمكن القول عامة بأن كويستات إقليم مراده قد نشأت ونمت نتيجة لتأثير أنماط من عمليات التعرية والتجوية في طبقات صخرية متعاقبة ومتفاوتة الصلابة والمقاومة ، وتميل هذه الطبقات ميلاً هيناً (بين ٣°- ٤°) صوب الشمال ، وتتركب من صخور جيرية تتعاقب مع صخور الشيل والصخور الرملية . وينبغي أن نشير إلى أن تشكيل الكويستات ما يزال مستمراً ، وإن كان يسير بصورة بطيئة تحت ظروف المناخ الجاف الحالي . ونحن نشاهد في كل مكان أسفل واجهات الحافات كتلاً صخرية محطمة ، وأخرى ما تزال معلقة على قسم أو آخر من منحدر الواجهة تنتظر دورها في التدحرج والسقوط .

ومن السهل تتبع عدد من الكويستات في نطاق الهامش الشمالي : بعضها منفرد والبعض الآخر يبدو بهيئة مدرجة . واذا تغاضينا عن التقطيع الشديد الذي أصاب ظهورها فإنها تبدو بالشكل رقم (١٢) كما يتضح إلى الشرق من قارة البيضا ، وإلى الشرق أيضاً من قارة المطر (انظر الخريطة شكل ١) .

وقد سبق أن ذكرنا أن المنخفض يحده من جانبه الشرقي حافة صخرية متصلة متناسقة الارتفاع . ونحن نعتبرها واجهة لكويستا ضخمة . وتأخذ



شكل (١٢) كويستا مدرجة بالهامش الشمالي لمنخفض مرادة

تلك الواجهة اتجاهاً شمالياً غربياً – جنوبياً شرقياً فيما بين خطي طول ٢٦َ ١٩° – ٤٠َ ١٩° شرقاً ، وينحدر سطح ظهرها انحداراً هيناً متناسقاً صوب الشمال متفقاً مع اتجاه الميل الطبقي حتى حضيض واجهة أخرى أقل وضوحاً .

ويمكن تقسيم الواجهة إلى ٣ أقسام : قسم متصل مستقيم تقريباً ، يمتد فيما بين خطي طول ٢٦َ ١٩° – ٣٢َ ١٩° شرقاً ، وقسم آخر يليه في اتجاه الجنوب الشرقي يفصله عن القسم الثالث والأخير وادي جاف خانقي . ويتميز القسمان الأخيران بالتقطع بواسطة عدد من الأودية الجافة الخانقية .

وتتصف واجهة الكويستا في معظم أجزائها وعلى امتداد طولها بوجه عام بانحدار شديد قائم في قسمها العلوي الذي يتركب من صخور الجير التي تكتنفها الفواصل وصخور الشيل (أسفل الجير) ، وهذا هو القسم الذي يمثل الوجه المكشوف من المنحدر ، وحافته العليا حادة وليست مستديرة محدبة . ويلي الوجه المكشوف إلى أسفل قسم مطمور بالحطام الصخري ونسميه بالوجه المطمور وهو يمثل المنحدر المستقيم ، وتصل درجة انحداره حتى ٤٠° . وعند أسفله نجد تغيراً فجائياً في درجة الانحدار فنشاهد ما يشبه مصطبة تنحدر انحداراً هيناً على امتداد مسافة تصل في بعض المناطق إلى نحو ٢٠٠ متر حتى أرض السبخة المنبسطة المستوية ، وهو القسم الذي يبدو مقعراً في أسفل الواجهة والذي يدعوه الجيومورفولوجيون بأسماء مختلفة منها البديمنت **Pediment** .

وينحدر ظهر الكويستا انحداراً هيناً في اتجاه الميل الطبقي العام نحو الشمال حتى نهايته في أسفل حافة أقل وضوحاً في الشمال الشرقي خارج نطاق الخريطة . وعلى الرغم من أن ظهر الكويستا مقطع إلا أنه أقل تمزقاً بكثير من الهوامش الشمالية والغربية من المنخفض . وهنا أيضاً تظهر

البيئة الصحراوية الحوضية في كثير من الجهات. ومن الممكن تتبع عدد من الأودية الجافة أظهرها الوادي الخانقي الطويل الذي يتجه من الجنوب نحو الشمال وترفده مسيلات جافة كثيرة (في الشمال الشرقي خارج نطاق الخريطة).

ظاهرة البديمنت

سبق أن ذكرنا الكثير عن الجزء السفلي المقعر عند حضيض منحدرات الحافات التي تحيط بسبخة مرادة. وهو في الجانبين الشمالي والغربي يبدو مقطعاً غير متصل بسبب تمزق الحافتين، ولكنه في كل حالة يبدأ قطاعه العرضي من أسفل المنحدر المستقيم بتغير فجائي في درجة الانحدار، ثم يصبح الانحدار هيناً لبضع عشرات من الأمتار. ويظهر الصخر عارياً ثم ينطمر تدريجياً بغطاء من الرواسب الدقيقة يزداد سمكه شيئاً فشيئاً إلى أن يصل إلى مسطح السبخة. والجزء المطمور من سطح البديمنت هو ما يمكن تسميته بالباچاده. ومنحدر البديمنت والباچاده (يطلق البعض كلمة بييدمونت **Piedmont** على الاثنين معاً) ضيق عند أسافل الحافات الشمالية والغربية، لكنه يتسع عرضاً (حتى ٢٠٠ م) ويتصل امتداداً على طول الحافة الشرقية.

وتتعدد الآراء في كيفية نشوء البديمنت، ويمكن إجمالها في ثلاث نظريات:

الأولى، تعزو النشأة إلى عملية تعرية أو تسوية جانبية بفعل الماء الجاري.

والثانية، تؤمن بعمليات غسل وإزالة للمواد تم بواسطة التعرية المائية الغطائية.

والثالثة، ترجح التراجع المتوازي للمنحدرات بفعل عمليات التجوية لتفسير نشوء البديمنت.

وعلى الرغم من أن إقليم مراده قد عانى الكثير من تأثير التعرية المائية إبّان الفترات المطيرة إلا أننا نستبعد نظرية التسوية الجانبية بفعل المجاري المائية التي كانت تترنح من جانب لآخر حينما كانت تخرج من واجهات حافات الهضبة الأصلية وتقوم بعمليات التقويض السفلي عند حضيضها ، ومن ثم تنشيء مراوح صخرية تتحد مع بعضها مكونة للبديمنت . فقد كان المنخفض في تصورنا يمتلىء بالمياه إلى أسافل الحافات ، وإليه كانت تنتهي مياه المسيلات المائية ، فيتوقف فعلها التحاتي . ولهذا فنحن نرجح نشوء البديمنت في إقليم مراده عن طريق تراجع المنحدرات بفعل التجوية الميكانيكية والكيميائية ، ونرى أن سطح البديمنت يمثل منطقة عبور للمواد المتآكلة التي يتم نقلها حالياً بواسطة الجاذبية الأرضية والرياح وجداول الندى . وبهذا الفكر كان وصفنا التفصيلي لمنحدرات جميع الحافات المطلة على سبخة مراده كما سبق أن رأينا .



شكل (١٣) مخرج واد جاف من الحافة الشمالية (يمين الصورة) ، وقارة (مؤخرة الصورة) . وفي مقدمة الصورة يظهر جزء من السبخة مغطى بصحائف الأملاح المتصلبة التي غلّفت بغشاء من الغبار . لاحظ منحدرات الحافة والقورة .

مورفولوجية السبخة

حين نصعد فوق قارة من القور التي ترصع السبخة أو فوق مرتفع من أجزاء الحافات التي تشرف عليها ، نشاهد السبخة أشبه بسهل فسيح تام الاستواء . وتبدو بلون بني داكن نوعاً ، يأخذ في الاصفرار تجاه الهوامش الرملية . وهنا وهناك تظهر مزركشة بقشور ملحية ناصعة البياض . وأملاح السبخة خليط من كلوريدات المغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم (ملح الطعام) وكبريتات الكالسيوم (الجبس) . ويكثر وجود أملاح المغنسيوم والبوتاسيوم في القسم الشرقي من السبخة وهو أكثر أجزائهـا انخفاضاً ، بينما يكثر وجود الهالايت (كلوريد الصوديوم) والجبس في القسم الغربي منها .

وتنتظم سبخات مراده في هيئة شريط عريض يمتد امتداداً عاماً من الحافة الشرقية إلى الحافة الغربية ، وغير بعيد من حضيض الحافة الشمالية . ولا يحيد عن هذا الامتداد العام سوى سبخة الحيرة التي تقع متطرفة في الجنوب الغربي وتبعد عن امتـــداد الشريط السبخي الرئيسي بنحو ٨ كم ويفصلها عنه أرض مضرسة .

ويزركش أرض السبخة التي تمثل قاع المنخفض عدد من التلال المتخلفة بعضها منعزل ، مثل قارة الدياببيّة ، أو محتشدة في مجموعات مثل قور الخفيف والدكر ، أو قد تبرز متجمعة متساندة في أحضـــان الحافات الشمالية والغربية مثل قور المزالة وحصيّن الرجيلي والمطر والطرفيات . وتصبح التلال المتخلفة أكثر ارتفاعاً بوجة عام قرب الحافات . ومع هذا نصادف تلالاً لا ترتفع لأكثر من بضعة أمتار فيما بين التلال العالية المجاورة للحافات . وهوامش الشريط السبخى إما أن تكون رملية أو صخرية ، وهي تبدو واضحة إلا حيثما تطمس معالمها الرمال الوفيرة .

وتركب القور التي تبرز فوق أرض السبخة من طبقات صخرية أفقية تماماً من الجبس الصحائفي والمتبلور النقي ، يليها إلى أسفل طبقات من الشيل البني المصفرّ ، والشيل الرملي ثم الحجر الرملي الذي يكون قواعدها . وتبدو منحدرات القور شديدة قائمة في أعاليها ثم تستقيم أسفل غطاء من الحطام الصخري الذي يفترش أسافلها وأجزاء من محيطها على أرض السبخة ، وهي تتآكل بفعل التجوية الميكانيكية وتأثير الرياح كما أن فعل التجوية الكيميائية فيها أظهر من نطاقات الحافات الرئيسية نظراً لإحاطتها بأرض السبخة الرطبة التي ترشح دائماً بالمياه فيما حواليها (شكل ٢) .

وعلى الرغم من الاستواء العام الذي يبدو به سهل السبخة إلا أن السطح مضطرب . ومرد ذلك الى القشور الملحية التي تتراكم فوق بعضها مثلما تتراكم قطع الشقافة أو الفخار . وفي مثل هذه الأجزاء نجد سطح السبخة صلب ، والمياه في العادة لا تستطيع أن ترشح إلى السطح ، ولكن يكفي أن نحفر لعمق بضع سنتيمترات لكي نصل إلى تربة رطبة ، ولعمق بضع ديسيمترات لكي نصل إلى الماء (شكل ١٣) .

وفي الجهات التي أزيلت عنها صحائف الأملاح المتصلبة التي يقطعها سكان الواحة ويتخذونها مادة لبناء بيوتهم ، يظهر السطح قليل التموج ويبدو حينئذ في هيئة مسطحات ملحية رقيقة ملساء ، بيضاء أو مغبرّة ، وتحدها خمسة أضلاع أو ستة تبرز فوق مستوى المسطحات ببضعة ملليمترات ، وهي تشبه الأشكال الخماسية والسداسية الأضلاع التي نجدها في مناطق هوامش الجليد والجهات الباردة التي تتأثر بفعل الصقيع . وهي هنا ناشئة عن ترسيب الأملاح وتصلبها وتمددها أفقياً في اتجاهات متقابلة ، فلا تجد لها سبيلاً إلا البروز في اتجاه رأسي إلى أعلى (شكل ١٤) .

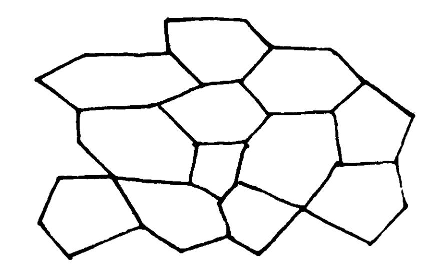


شكل (١٤) إزهار الأملاح في أشكال رباعية وخماسية ...

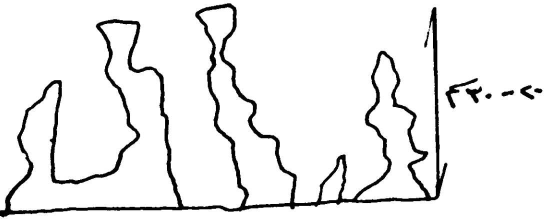
وما تزال تلك الأضلاع تواصل نموها صعداً ، بينما تتشقق المسطحات الملحية وتبرز هي الأخرى مكونة لأعلام منفردة يبلغ ارتفاعها بين ٢٠ – ٣٠ سم ، ثم تميل ويتكيء بعضها على البعض ، فيبدو حينئذ سطح السبخة وقد افترش بكميات هائلة من الصحائف الملحية المتزاحمة والمضطربة الأوضاع وهو مظهر سبق أن رآه ديزيو وعبد العزيز طريح ووصفاه بأرض أصابها سلاح المحراث (شكل ١٥).

والسطح في مثل هذه المناطق يصبح وعراً يستحيل اجتيازه بالسيارة (لاندروفر) ويرهق من يسير عليه أيما إرهاق.

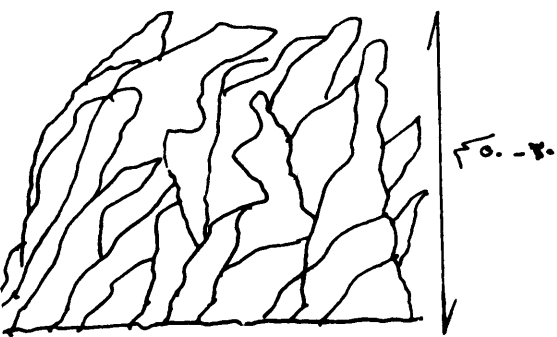
وهناك من المناطق ما يقرب سطحها من الاستواء التام ، وهنا نجد التربة رطبة ولينة ، ويرشح الماء من كل أجزائها ، والأملاح تظل ذائبة ولا تجد الفرصة للتصلب . وفي المناطق الأخرى الرطبة نجد السطح



إزهار الأملاح فى أشكال خماسية وسداسية



مرحلة متقدمة لتصلب الأملاح وبروزها فى أعلام



المرحلة النهائية : تراكم البروزات الملحية فوق بعضها ، فتبدو أشبه بصفحات متكسرة من قطع الفخار وقد ركبت فوق بعضها فى أوضاع مضطربة.

شكل (١٥) : مورفولوجية السبخة



شكل (١٦) إزهار الأملاح في هيئة قرص العسل ببعض أراضي سبخة مرادة .

مغطى بكرات ملحية صغيرة في حجم كرات لعبة الطاولة ، وهي لينة متلاصقة ، وقد غطتها الرياح بغشاء ترابي داكن ، وهو يبدو حينئذ أشبه بقرص العسل (شكل ١٦) .

ويمكن للمتجول فوق أرض السبخة أن يشاهد هنا وهناك حفراً وعيوناً طبيعية قمعية الشكل تزركش جدرانها بلورات ملحية بيضاء فيها لمحة من الزرقة السماوية الخفيفة البهيّة ، وحين تبلل يدك بمائها وتتركها لتجف يترسب على بشرة اليد غشاء من الأملاح البيضاء (شكل ١٧) . وتشذ عن هذه العيون المالحة عين واحدة تسمى عين الضهير ، فماؤها مستساغ رغم وجودها في قلب السبخة (انظر الخريطة شكل ١) ، وعندها تنمو في كومة رملية ثلاث نخلات قزمية تتشابك جذوعها ، وبعض الشجيرات الجافة .

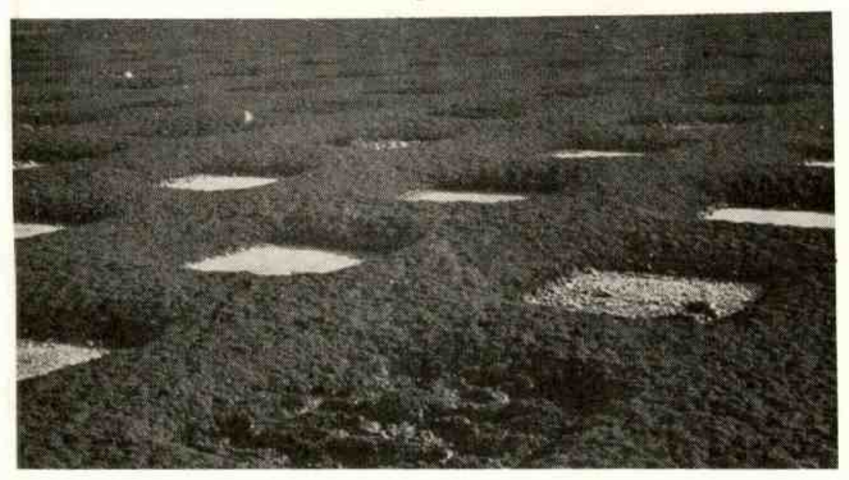


شكل (١٧) : عين مالحة صافية المياه . لاحظ ظل الرجل في الماء الصافي والجدران المالحة البيضاء .

وسطح السبخة يخلو بطبيعة الحال من النبات إلا حيثما تراكمت الرمال حول عقبة ، فهذه تعتبر مصايد للرطوبة وتربة صالحة لنمو نباتي هزيل قد يكون نخلة قزمية أو بعض الأعشاب الخشنة . ويكثر النمو النباتي نوعاً في هوامش السبخة ويقترن وجوده أيضاً بالروابي الرملية .

وترتفع أرض السبخة جنوباً إلى سطح مموج يشرف عليها بحافة يبلغ ارتفاعها زهاء ٨ م . وعند هامشها المطل على السبخة توجد بقايا منشآت أقامها الإيطاليون لتحليل الأملاح وتنقيتها جزئياً . وعند حضيض الحافة تقع عيون تنساب منها المياه العذبة إلى أرض السبخة . وتأخذ هذه المصطبة في الارتفاع التدريجي إلى المنطقة السكنية الرئيسية في الواحة . وتحيط معظم المساكن بتلّ متخلف يدعى « بالجاره » التي تعلوها بقايا استحكامات دفاعية ، وعنها يحكي الأهالي قصصاً عن صمودها في وجه الغزاة منذ القدم .

وفوق هذه المصطبة الفسيحة المموجة تنتشر مزارع النخيل وقليل من المحصولات التقليدية حول بضع عشرات من العيون الطبيعية . والتربة بنية فاتحة اللون ، وحبيباتها رملية دقيقة إلى غرينية ، وتختلط بها هنا وهناك حبيبات حصوية . ويبدو أن سمك الرواسب المائية والهوائية يصل إلى ١٠ متر وأكثر ، ذلك أن أعماق الآبار قد تزيد على هذا القدر ، وتتركب القيعان والجدران من تلك الرواسب . وليس من شك في أن تلك المصطبة تمثل منسوباً للبحيرة القديمة (أنظر نشأة المنخفض في الصفحات التالية) التي كانت آخذة في الانحسار التدريجي صوب أعمق أجزائها أي نحو الشمال .



شكل (١٨) : استغلال أملاح السبخة : نتيجة للأبحاث الإيطالية حُددت منطقة في السبخة مساحتها ١٥ كم^{٢} وجد أنها تحوي تركيزات عالية من البوتاس . وفيها تم حفر شبكة من الحفر كل منها مساحتها ٢ م^{٢} وعمقها ٥٠ سم . وإلى هذه الحفر كانت ترشح المياه المالحة من الطبقات الرملية والملحية السفلى . وفي خلال أسبوع ، وتحت تأثير ظروف الصيف الحار ، كانت الحفر تمتلىء بالأملاح التي كان يصل مقدار وزنها الصافي ٨٠ كيلوجرام من البوتاس من كل حفرة . وقد أنتج الإيطاليون ٢١,٠٠٠ طن عام ١٩٣٩ و ١٥,٠٠٠ طن عام ١٩٤٠ ، ثم توقف الإنتاج لظروف الحرب العالمية الثانية . ويقدر الاحتياطي الظاهر بمقدار ١,٦ مليون طن من أملاح البوتاسيوم المحتوية على ٤٠ ٪ أكسيد بوتاسيوم و٧,٥ مليون طن من كلوريد المغنسيوم . وعن طريق المجسات اتضح وجود طبقة ملحية سمكها ٨ م من الكلوريدات والكبريتات . لاحظ إحدى قور الخفيف في مؤخرة الصورة .

نشأة المنخفض

نحن نستبعد النشأة التكتونيـــة للمنخفض : فلا هو بغور انكساري Graben ، ولا هو بثنية التوائية مقعرة فسيحة هينة الميل والانحدار كما يدعى ديزيو . فكل الوسط الجيولوچي الذي يقع فيه المنخفض بما فيه الحافات المشرفة عليه من كل الجهات يتركب من طبقات صخرية تميل جميعها ميلاً هيناً نحو شمال الشمال الشرقي . ومن ثم فليس هناك تقابل في الميل الطبقي بحيث يمكننا أن نتصور ثنية التوائية مقعرة حوضية محلية تميل صوب محورها الطبقات الصخرية .

وفي الوقت الذي فيه نستبعد النشأة التكتونية لا ينبغي أن نهمل العامل الجيولوچي . فعلى الرغم من أن كثيراً من الجيومورفولوچيين يرجعون نشأة مثل هذه المنخفضات الصحراوية الضخمة لفعل عامل النحت أو عامل الاكتساح الهوائي أو كليهما معاً ، إلا أننا نميل إلى الاعتقاد بضرورة وجود نمط من أنماط الضعف الجيولوچي في المنطقة الأصلية كي تكون بمثابة بيئة صالحة لفعل عوامل التعرية سواء كانت تتمثل في الماء الجاري أو في الهواء المتحرك .

والضعف الجيولوچي في منطقة ما يتمثل في كسور تصيبها أو في التواءات تعتريها ، ومن هذا ومن ذاك تخلو منطقة مراده تماماً . وقد يتمثل الضعف الجيولوچي في نطاق صخري حدّي عنده تتلامس صخور متفاوتة الصلابة تنتمي لعصرين مختلفين بالإضافة إلى ضعف تلك الصخور أو بعضها وقابليتها للتأثر السريع بعمليات التجوية والتعرية ، وهذا ما نجده بصورة مثالية في إقليم هذا المنخفض . فالقاع المالح للمنخفض يقع الآن عند منسوب اتصال التكوينات التابعة للميوسين الأسفل والتكوينات التابعة للأوليجوسين وإلى الشمال من هذا القاع نشاهد في الحافات العالية طبقات صخرية

تنتمي للميوسين الأسفل والأوسط . وهي تتركب من تتابع طبقي من الصخر الجيري والشيل الرمادي والمخضر، والشيل الرملي والمارل والجبس والصخر الرملي. أما في الجنوب فيحد السبخة تكوينات أوليجوسينية تميل ميلاً هيّناً صوب الشمال .

وقد أشار ديزيو ، ومعه حق ، إلى وجود انتقال بين رواسب ميوسينية بحرية ، ورواسب لاجونية . فالمواد المتخلفة في قاع السبخة توضح تتابعاً طبقياً لتكوينات صلصالية مالحة وصخور رملية بالإضافة إلى طبقات من الصخور الملحية ، وتوجد حفريات غنية من الرخويات اللاجونية . كما تتركب التلال المتخلفة (القور) التي ترصّع قاع السبخة من طبقات صخرية من الجبس القابل للإذابة في الماء والشيل، والشيل الرملي . وكل هذه الحقائق تشير إلى أن جزءاً عظيماً من التكوينات الميوسينية المحتوية على الاملاح قد تآكلت وأزيلت من المنطقة بطريقة أو بأخرى .

وتصورنا لنشأة المنخفض وتطوره حتى أصبح بشكله الحالي نجمله في الآتي : عندما كان البحر الميوسيني آخذاً في الانحسار ، كانت منطقة مراده بمثابة لاجون ضحل ، وعلى اتصال به ، وفيها تراكمت الرواسب اللاجونية بالإضافة إلى التكوينات البحرية الميوسينية الأصلية . وما لبث أن انحسر البحر تماماً وانقطعت الصلة بينه وبين اللاجون التي جفت بالتسرب والبخر وأصبحت في هيئة تجويف ضحل في وسط من الصخور الجيرية الميوسينية السطحية .

وابتداء من عصر البلايوسين توالت على المنطقة ظروف الجفاف والمطر على النحو الذي سبق لنا شرحه ، ومن ثم ساهم فعل المياه والتعرية الهوائية في حفر هذا التجويف المستطيل وتعميقه وتوسيعه . ففي أثناء فترات المطر كانت المنطقة تتلقى كميات كبيرة من المياه عن طريق مباشر هو التساقط ، وعن طريق التدفق السطحي أيضاً .

وكان تأثير المياه ذا شقين : —

الشق الأول ، يتمثل في فعل ماء المطر المحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون وتأثيره في تحليل وإذابة الصخور الجيرية والجبس والأملاح . وقد استطاعت المياه أن تنشيء كهوفاً ومجاري باطنية محدودة ما زالت تتسع وتتشعب وتسرّق سقوفها ثم تنهار ، كما تكونت فجوات وحفر وبالوعات وكلها ظواهر تشبه ما نجده الآن في مناطق الكارست الجيرية الرطبة . وأخذت تلك الحفر والفجوات تتسع وتتشابك ، ويتصل بعضها ببعض منشئة لمنخفضات أكثر اتساعاً ...

وقد كانت المواد الذائبة تغور في الأعماق أو تجد لها طريقاً صوب الشمال خلال الطبقات الصخرية التي تميل في ذلك الاتجاه . أما المواد المتخلفة الصلبة فكانت تتعرض للسفى بواسطة الرياح حالما تجف خصوصاً في النصف الصيفي من السنة . وكانت عملية النحت والاكتساح بواسطة الرياح تعظم ويشتد أثرها بالطبع أثناء الفترات الجافة .

والشق الثاني لتأثير المياه يتمثل في الماء الجاري . وهنا قد نستطيع تصور وجود نهر يسير مع الاتجاه العام لمحور المنخفض ، وهو غربي شرقي . ولكننا مع هذا نتصوره نهراً راكداً أو شبه راكد ، إذ أن علو الحافة الشرقية في مثل ارتفاع الحافة الغربية . وإذا جاز لنا أن نعتبره نهراً تنصرف مياهه بالتبخر والتسرب شمالاً ، وشرقاً إلى منخفض مهايريجا Meheirija وإلاتلا El-Etla اللذين يليان منخفض مراده شرقاً ، فلقد كان نهر مضرب يسير مع اتجاه مظهر الطبقات . وإليه كانت تنصرف مياه عشرات بل مئات المسيلات المائية من كل الجهات ، تلك المسيلات التي تركت آثارها في عديد من الأودية الجافة التي جرى بعضها تابعاً لميل الطبقات ، وهي الآتية من الجنوب ، أو عكس ميل الطبقات ، وهي الآتية من الشمال ، أو مع المضرب وهي الصادرة من الغرب . وإلى

تلك الأودية يرجع سبب التمزق الشديد الذي أصاب هوامش الهضبة من حول قاع المنخفض.

من هذا نرى أن المنخفض قديم النشأة ، وأن تكوينه بدأ منذ انحسار البحر الميوسيني ، وأن العوامل المسؤولة عن حفره وتشكيله مع هوامش الهضبة المحيطة به تتمثل في فعل المياه والرياح التي تناوبت التأثير في المنطقة ، طوال فترة طويلة من الزمن امتدت من بداية عصر البلايوسين عبر عصر البلايوستوسين إلى عصر الهولوسين . ومنذ حوالي بداية الألف الثالثة قبل الميلاد ، بدأت تحل بالإقليم ظروف المناخ الصحراوي الحالية بعملياتها الجيومورفولوجية المعروفة ، وهي التي خلعت عليه اللمسات المظهرية التي يبدو بها في وقتنا الحالي .

المراجـــع

جودة حسنين جودة : (١٩٦٤) ، الاكتساح والنحت بواسطة الرياح . مجلة كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .

جودة حسنين جودة : (١٩٦٦) العصر الجليدي ، أبحاث في الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية . بيروت .

جودة حسنين جودة : (١٩٧١) عصور المطر في الصحراء الكبرى الإفريقية . بحث في الجيومورفولوجيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب جامعة الإسكندرية .

خريطة ليبيا الجيولوجية : مقياس ١ : ٢٠٠٠,٠٠٠ نشرت عام ١٩٦٤ .

لوحة مراده ، وتحمل رقم ١٢ من مجموعة خرائط مصر وبرقة مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ . أنشأها الإنجليز لأغراض حربية في نوفمبر ١٩٤٢.

عبد العزيز طريح شرف : (١٩٧١)، جغرافية ليبيا . طبعة ثانية، الإسكندرية .

Abou-El-Enin, H.S. : (1966) Cuesta Features...., Bull. d.l. Soc. Géog. d'Egyp. T.XXXIX.

Bakker, J.P. & other : (1950), Theory on central rectilinear recession of slopes. Kon. Neder. Akad. v. Weten. Proceedings Series B, 53, PP. 1073-1084.

Bauling, H. : (1950), Essais de Géomorphologie. Paris.

Blackwelder, E. : (1942), The Process of mountain sculpture by rolling debris. Jour. of Geom., 5, PP. 325-328.

Cotton, C.A. : (1952), The Erosional grading of convex and concave slopes. Geog. Jour., 118, PP. 197-204.

Davis, W.M. : (1899), The drainage of Cuestas, Proc. Géol. Assoc., vol. 16.

Department of Geological Researches and Mining : (1970), The Sebkha of Marada. Transl. fr. «LEsplorazione Mineraria Della Libya» by A. Disio, Milano, 1943. PP. 170-262.

Gilbert, G.K. : (1909), The Convexity of hilltops. Journal of Geology, 17, PP. 344-351.

Lawson, A.C. : (1915), The epigene Profiles of the desert. Univ. of California Depart. of Geol. Publication, No. 9. PP. 23-48.

Lawson, A.C. : (1932), Rain-wash erosion in humid regions. Bull. of the Geol. Soc. of America, 43, PP. 703-724.

Lehmann, O. : (1933), Morphologische Theorie der Verwitterung von Steinschlagwänden. Viertel. d. Naturf. Gesell. in Zuerich, 87, PP. 83-126.

Penck. W. : (1924), Morphological Analysis of Landforms. English transilation by H. Czech and K.C. Boswell, London 1953.

Strahler, A.N. : (1950), Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis. Amer. Jour. of Sc., 248, PP. 673-696.

Wood, A. : (1942), The development of hillside slopes. Proceedings of the Geologist's Association, 53, PP. 128-140.

Woldstedt, P. : (1953) Das Eiszeitalter. Stuttgart.

Wurm, A. : (1953), Morphologische Analyse und Experiment Hangentwicklung, Einebenung, Piedmonttreppen, Zeitsch. für Geom. 9, PP. 57-87.

البحث الثالث
حوض وادي القطارة



البحث الثالث

حوض وادي القطارة

الموقــع :

يدخل الجزء الأكبر من حوض وادي القطارة ضمن حدود محافظة بنغازي . وهو يشغل قسماً من أراضيها الشرقية الهضبية التي تشمل الجزء الغربي من الجبل الأخضر . وتقدر مساحة الحوض بنحو ١٣٥٠ كم٢ ، فيما بين خطي طول ٢٠° ــ ٢١° شرقاً، وبين دائرتي العرض ٥٠َ ٣١°ــ ٢٠َ ٣٢° شمالاً تقريباً .

ويقع الحوض فوق الدرجتين الأولى والثانية من الدرجات الثلاث التي يتكون منها الجبل الأخضر . وتبدأ الدرجة الأولى من ارتفاع ٣٠٠ متر على وجه التقريب ، وتشرف بحافة شديدة الانحدار قرب البحر إلى الشرق من طلميثة ، بينما تتراجع في الغرب صوب الداخل بعيداً عن الساحل . وتمتد هذه الدرجة من المرج عبر الأبيار جنوباً لتختفي بالتدريج في النطاق الصحراوي (شكل ١٩) .

وبينما تتقارب خطوط الكنتور وتتزاحم بين ارتفاعي ١٠٠ ــ ٣٠٠ متر في شرقي طلميثة بحيث لا يبدأ مسطح الدرجة الأولى إلا عند ارتفاع

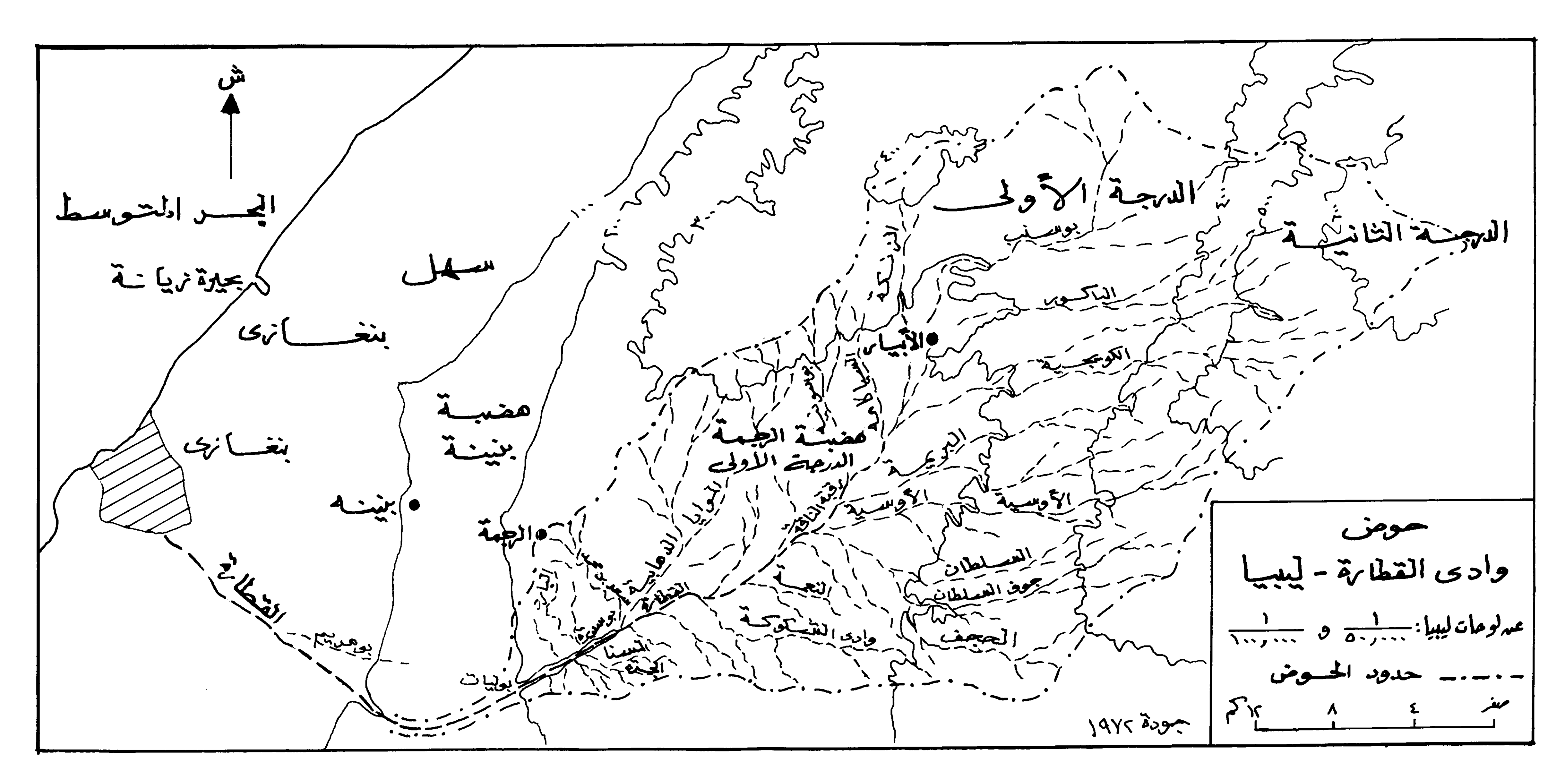
٣٠٠ متر ، نراها تتباعد في القسم الغربي المشرف على سهل بنغازي بالتدريج في اتجاه الجنوب . وابتداء من خط عرض الأبيار – عين زيّانة تنفرج الخطوط في فواصل أفقية فسيحة تاركة الفرصة لنشوء مسطحين هضبيين هما من الغرب نحو الشرق : هضبة بنينة بين خطي كنتور ١٠٠ – ٢٠٠ متر وهضبة الرجمة – الأبيار بين خطي كنتور ٢٠٠ – ٣٠٠ متر .

ويقع نحو ثلاثة أرباع حوض التصريف المائي لوادي القطارة فوق هذه الدرجة الأولى التي تشمل هضبة بنينة ، وهضبة الرجمة – الأبيار ، ومساحة هضبية واسعة تمتد شرقي الأبيار حتى خط ارتفاع ٤٠٠ متر . أما الربع الباقي من الحوض فيقع فوق الدرجة الثانية التي تبدأ من كنتور ٤٠٠ متر ، وتمتد إلى منسوب ٦٠٠ متر حيث يمتد نطاق لتقسيم المياه في أقصى الشرق (شكل ١٩) .

البناء الجيولوجي :

أقدم الصخور التي أمكن اكتشافها في حوض القطارة تنتمي للعصر الكريتاسي ، وهي صخور جيرية مندمجة تكتنفها العقد السيليكية بالإضافة إلى صخور جيرية مارلية طباقية ، وينحصر وجودها جميعاً في أعالي الحوض (تقرير مشروع الوادي ١٩٦٧) .

وترتكز الصخور الإيوسينية غير متوافقة فوق الصخور الكريتاسية ، وهي تتركب في أعالي الحوض من صخور جيرية صلبة تحوي قليلاً من الرمال ، وتميل نحو الجنوب الغربي ميلاً هيناً بين ١°– ٤° . وفوقها ، في شرقي الحوض ، ترتكز مجموعة صخرية أخرى تنتمي للأيوسين أيضاً ، لكنها تتكون هذه المرة من طبقات جيرية رملية مارلية لينة ، وتتداخل فيها مستويات من المارل وطبقات رقيقة من الصخور الرملية الجيرية ، وتميل هي الأخرى نحو الجنوب الغربي بزوايا تتراوح بين ١°– ٣° .


ش
البحر المتوسط
بحيرة زيانة
سهل
بنغازي
بنغازي
هضبة
بنينة
بنينه
الرجمة
القطارة
الدرجة الأولى
الدرجة الثانية
الأبيار
هضبة الرجمة
الدرجة الأولى
الأوسية
الأوسية
السلطان
جوف السلطان
الحجف
وادي الشكوكة
النجمة
حوض
وادي القطارة - ليبيا
عن لوحات ليبيا: ١/٥٠,٠٠٠ و ١/١٠٠,٠٠٠
حدود الحوض
صفر ٤ ٨ ١٢كم
جودة ١٩٧٢

شكل (١٩)

وبالاتجاه غرباً تتغطى الصخور الإيوسينية بطبقات ميوسينية تنتشر ظاهرة فوق السطح . وهي فوق هضبة الأبيار – الرجمة تتمثل في صخور جيرية دولوميتية ومارلية ، لونها رمادي إلى أبيض ، وكلها صخور لينة أصابها التحلل ، وتحوي بين طياتها عدسات من الجبس خاصة في مستوياتها العليا . ويعدّ الجبس الذي ينقل لمصنع الأسمنت الحديث في موقع الهوارى على طريق سلوق على بعد ٩ كم جنوب بنغازي .

وتتمثل صخور الميوسين ظاهرة فوق سطح هضبة بنينة في أحجار جيرية دولوميتية لينة نوعاً ، لم يصبها التحلل إلا قليلاً أما جزء الحوض الواقع ضمن سهل بنغازي فيتركب من صخور ميوسينية ، طبقاتها العليا المكونة من الصخر الجيري الدولوميي والمارلي تنتمي لأواسط الميوسين ، وطبقاتها السفلى التي تتركب من المارل الأخضر والحجر الجيري الرملي المارلي ترجع إلى الميوسين الأسفل .

الظواهر التكتونية :

من المعتقد أن منطقة الجبل الأخضر تعاني من عملية رفع رأسية بطيئة ، بدأت منذ عصر البلايوسين ، وما تزال دائبة حتى وقتنا الحاضر . وفي أثناء مراحل الرفع نشأت نظم من الكسور الإقليمية مكونة لنطاقات ضعف في الصخور الرسوبية اللينة . وفي نطاقات الضعف هذه تدفقت المياه سطحياً وباطنياً ، ومارست وما تزال فعلها التحاتي .

وفي مجال حوض القطارة لا يستبين من الكسور سطحياً سوى شقوق منفردة ضحلة نوعاً تملأها الرواسب الصلصالية ، وإرسابات الكالسيت ، وهي في معظم الأحيان قصيرة المدى ، ولا يتعدى امتدادها ٢٥ متراً . أما الكسور السفلى في الطبقات الإيوسينية فهي أظهر وأعظم أبعاداً .

ولما كانت رقعة الحوض تقع ضمن إقليم غير مستقر آخذ في الارتفاع

البطيء ، فإنها تتعرض أيضاً لهزات زلزالية بين وقت وآخر . وعلى الرغم من أن الزلزال المدمر الأخير الذي أصاب منطقة المرج (خارج حدود الحوض) في عام ١٩٦٣ ، لم ينل مساحة الحوض بالتخريب إلا أنه يمكن اعتبارها نشيطة من الوجهة السيسمولوچية . وللزلازل أثرها في إحداث انزلاقات أرضية وتهدل واجهات المنحدرات على جوانب الأودية .

جيومورفولوجية الحوض

١ ــ المظهر العام للسطح :ــ

يتميز حوض القطارة سواء منه الجزء الواقع فوق الدرجة الثانية والأجزاء الواقعة فوق الدرجة الأولى سطوح مموجة تموجاً هيناً . وتقل فيه ظواهرالتضرس ذات الانحدارات الشديدة . وفوق هضبة بنينة والرجمة كثيراً ما نشاهد أسطحاً منبسطة تتغطى بغطاء رقيق من الرواسب الصلصالية الحمراء أو التيراروسّا . وتتميز بهذه الأسطح المنبسطة هضبة بنينة على وجه الخصوص . ففيما بين بئر بوليّات (موقع السد الثانوي على الوادي) وبلدة بنينة وإلى الشمال منها ، تمتد الهضبة فيما يشبه سهلاً فسيحاً منبسطاً ، يبدأ من حضيض حافة الرجمة إلى كنتور ١١٠ متر بحيث لا نكاد نحس انحداراً ولا نشاهد أية انتفاخات أو بروزات أو تموجات سطحية إلا قليلاً

وتختلف عن ذلك هضبة الرجمة . فبجانب الاستواء الذي تبدو به بعض أجزائها ، نجد السطح مموجاً في هيئة ربوات مستديرة القمم هينة الانحدار ، وتحيط بها وتنحصر بينها منخفضات فسيحة ضحلة هينة انحدار الجوانب أيضاً . وحين نقطع الهضبة في اتجاه شمالي جنوبي نعبر العديد من مجاري الأودية الجافة التي تأخذ مسالكها اتجاهاً عاماً من الشرق نحو الغرب . ومجاري الأودية ضحلة هينة انحدار الجوانب فوق الهضبة ،

لكنها تشتد عمقاً حين ينشط النحت الرأسي في اتجاه الغرب إذ تأخذ في الهبوط من نطاق حافة الرجمة إلى هضبة بنينة .

وفي ظروف المناخ الشبه جاف الحالي وبتأثير التغيرات الحرارية والمياه السطحية الفصلية ، تتحلل أسطح الصخور ببطء ، وتتحول إلى صلصال أحمر . والعملية ليست متساوية التأثير في نطاق الحوض فهي تتنوع في كثافتها ، ويمكن أن نشاهد تدرجات من الصخور الجيرية الدولوميتية النقية التي تبرز عارية في بعض المواضع خصوصاً فوق قمم الربوات وعلى منحدراتها وعلى جوانب الأودية ، إلى النتاج النهائي لعمليات التحلل في



شكل (٢٠) : هضبة الرجمة :

يتميز سطح بعض أجزاء هضبة الرجمة بالاستواء ، وبعضها الآخر بتعاقب وجود ربوات ومنخفضات . ويظهر في مؤخرة الصورة حوض ضحل مزروع تغطي أرضه التربة الحمراء.

التيراروسّا التي نجدها مستقرة في بطون المنخفضات .

وما دام حوض القطارة يتميز بسطوح هينة التموج ، وتقل فيه ظراهر التضرس ذات الانحدارات الشديدة فإنه يمكن القول عامة بأن أرضه المكونة من صخور جيرية تتغطى بغشاء رقيق من الفتات الصخري المتحلل ومن التيراروسّا . ويعظم سمك التيراروسّا في التجاويف الكبيرة حتّى ليصل إلى ثلاثة أمتار وأكثر في بطونها .

وتمارس الرياح فعلها كعامل تعرية . كما أن فعل التعرية المائية مؤثر ، رغم فصلية الأمطار وقلتها نسبياً (٢٥ — ٤٠ سم) . ويتميز المطر بسقوطه في هيئة وابل ، ولذلك فإن الجريان السطحي سريع رغم قصر أمده . وهو المسؤول عن نقل حبيبات الصلصال والرمل إلى مجاري الأودية الرئيسية حيث يتّم ترسيبها في قيعانها وعند مخارجها . كما أن للجداول الصغيرة وزحف التّربة أهميتهما في تدفق المواد على جوانب الروابي إلى المنخفضات والتجاويف المحيطة بها .

(٢) — ظواهر الكارست :

يمكن القول أن خطوط الكسور ونطاقات الضعف الإقليمية المشار إليها كانت بمثابة مسالك مسبقة جرت في اتجاهاتّها المياه السطحية ومن بعدها المياه الجوفية . وبمقتضاها نجد الشبكة الهيدروجرافية ذات توجيه منتظم يتمشى مع المجاري الرئيسية في اتجاه عام شمالي شرقي — جنوبي غربي .

وحين نبدأ بالشرق وبحضيض حافة الدرجة الثانية، نلحظ نطاق ضعف يمتد من إقليم « المرج » إلى « الأبيار » وعبرها جنوباً بغرب . وعلى امتداد هذا النطاق كان من السهل على المياه السطحية أن تتداخل وتتسرب بسهولة في تكوينات الصخور الجيرية اللينة ، وتعمل على تحليلها وإذابتها ،

ومن ثم أنشأت حقلاً كارستياً ضخماً في منطقة المرج ، كما كونت حقلين آخرين كبيرين قرب الأبيار .

ويتبع حقلا الأبيار حوض وادي القطارة . وهما حقلان مستطيلان كبيران يمتدان على امتداد كسرين اتجاههما العام شمالي شرقي – جنوبي غربي . وفي مراحل تكوينهما الأولى كان لتسرب المياه السطحية الأهمية الكبرى في نمو هاتين الظاهرتين الكارستيتين . وقد اضمحل الآن تأثير المياه السطحية بعدما غُطّي الحقلان بغطاء سميك من الرواسب الصلصالية الحمراء ، ولذلك فقد تناقص تسرب المياه إلى أدنى حد ، وأصبح للجريان السطحي والبخر أهميتهما في الموازنة المائية للمنطقة .

ولا شك أن نظم الكسور الإقليمية التي نشأت بتأثير رفع الجبل الأخضر لها أهميتها الخاصة في نمو ظاهرات الكارست . ففي الصخور الجيرية الإيوسينية والميوسينية اللينة ، كان يكفي أن تنفتح أصغر الكسور لكي تختفي المياه خلالها بسرعة محللة ومذيبة للجير ، ومن ثم توسيع الثغرات والفتحات والشقوق ، وتشكلها في قنوات وكهوف .

ويمكن القول أن نفاذية صخور الحوض من نمطين من حيث النشأة: أولهما يتمثل في مسامية الصخر الجيري كعنصر أساسي في بنائه ، ويعززها أن قسماً عظيماً من تلك الصخور ، خصوصاً منها المكونة لهضبة الرجمة يدخل في تركيبها نسبة كبيرة من الأصداف البحرية التي منحت الصخر نسيجاً مسامياً اسفنجياً . والنمط الثاني يتمثل في الفواصل التي تنتظم في مجموعات تتعامد على سطوح الانفصال الطبقي بالإضافة إلى الكسور والشقوق التي أنشأتها حركة الرفع التكتونية . ولذلك فإن الصخور الجيرية اللينة التابعة لعصري الإيوسين والميوسين تعمل كموصل جيد للماء الباطني .

وينتشر وجود الشقوق السطحية في أراضي الحوض . وهي وإن كانت قليلة الأبعاد ، ولا تتعمق في الصخر لأكثر من بضعة أمتار قليلة ،

لا تزيد على خمسة ، إلا أن أهميتها الكبرى تتمثل في أنها بمثابة المجمعات الأولى للمياه السطحية التي ما تلبث أن تغور وتجد لها مسالك خلال الكسور التكتونية والتراكيب الصخرية المنفذة.

وبالإضافة إلى الحقلين الكارستيين المشار إليهما في مشارف الأبيار ينتشر وجود الحفر الكارستيه . وأكبرها ما شاهدناه في مشارف وادي « الدّهابية » وهو الرافد الأيمن لوادي القطارة ، خصوصاً في الجزء الأدنى من المساحة الواقعة أمام موقع سيدي بوسديرة (موقع السد الرئيسي)، وفيما بين الوادي وبلدة الرجمة)، ثم في منطقة تقسيم المياه الشمالية وفي عدة مواقع على جانبي الطريق بين الرجمة والأبيار . وهناك بعض من تلك الحفر الكبيرة فيما بين الطريق المشار إليه ووادي القطارة الرئيسي . ويبدو أن الحفر الصغيرة نسبياً إنما نشأت عن طريق إذابة الماء السطحي وشكلها قمعي في الأغلب الأعم ، فهي من نوع الدولينا **Dolinas** . أما الحفر الكارستية الكبيرة فقد نشأت على ما يظهر نتيجة لتدهور أسقف قنوات وكهوف باطنية في تلك المواضع ، ومثلها حفر الأبيار .

وتعتبر الأشكال الكارستية التي سبق ذكرها مثالية للصخور الجيرية الدولوميتية اللينة التي يتركب منها القسم الأكبر من حوض وادي القطارة . أما الصخور الإيوسينية في القسم الشرقي من الحوض فإنها تكاد تخلو من الأشكال الكارستية السطحية ، وكل ما يمكن أن يشاهد فيها مجرد ثقوب وشقوق قصيرة الأبعاد .

هذا ويخلو الحوض من وجود بالوعات **Swallow-holes** ذات أهمية كبيرة في تسرب المياه وفقدانها . وفي قاع الجزء الأدنى من وادي القطارة وإلى الشرق من مدينة بنغازي توجد بعض من الكهوف والبالوعات الصغيرة خلالها تتسرب المياه بكميات صغيرة نسبياً ، ولكنها على أي حال ليست بالبالوعات المثالية .

وادي القطارة

يبلغ طول وادي القطارة الرئيسي بقسمه الأعلى المسمى « رقبة الناّقة » حتّى مصبه في البحر جنوب مدينة بنغازي نحو ٥٢ كم (شكل ١٩) . وإذا نظرنا إلى الخريطة (شكل ١٩) سنجد امتداداً له في رافده الكبير « الباكور » الذي يبلغ طوله (مُقاساً على الخريطة) أكثر من ٣٠ كم .

وللوادي أهميته ، فهو أطول الأودية التي تنصرف نحو الغرب ، وأحد واديين ينجحان في عبور سهل بنغازي ويصلان إلى البحر (الثاني هو وادي السلايب ويصب في البحر جنوب توكره) . وأهم من هذا وذاك شهرته بفيضاناته الخطرة . ففي بعض السنين التي تتميز بغزارة المطر ، تتدفق المياه فيه سريعة عارمة ، وتصل إلى المناطق السكنية بمدينة بنغازي فتصيبها بأضرار جسيمة . وقد تكررت هذه الفيضانات في أعوام ١٩٣٨ ، ١٩٥٤ ، ١٩٦١ ، ١٩٦٧ . ولهذا فقد نشأت فكرة إنشاء سدين على الوادي : الرئيسي منهما عند موقع سيدي بوسديرة ، والثانوي عند موقع بئر بوليات . وقد تم إنشاؤهما في فبراير ١٩٧٢ . ووظيفتهما خزن المياه لوقاية مدينة بنغازي من أخطار الفيضانات ، ثم الاستفادة من المياه المخزونة للري والزراعة في محيط كل من بلدة بنينة ومدينة بنغازي ، وذلك عن طريق تغذية وإنماء الماء الباطني من جهة ، وبالمياه السطحية التي يتم حجزها أمام السدين من جهة أخرى . وقد أنشئت سبعة سدود فرعية عند مخارج الروافد الرئيسية للوادي، ووظيفتها تعطيل تدفق المياه إلى مجرى الوادي الرئيسي ، والإقلال من ورود الرواسب إلى بحيرة التخزين أمام السد الرئيسي .

وترفد الوادي أودية عديدة تتباين في أطوالها (شكل ١٩) . وهي في الجزء الأعلى من الحوض تجري فوق أرض شديدة الانحدار نسبياً

وتتركب في معظمها من صخور المارل . ولهذا نجد الأودية عميقة شديدة انحدار الجوانب ، إذ غالباً ما تصل درجة الانحدار إلى ٣٠° وأكثر . وفوق هضبة الرجمة يجري الوادي وروافده فوق أرض جيرية دولوميتية مارلية هينة الانحدار نوعاً (شكل ١٩ ، لاحظ الفاصل الأفقي بين كنتوري ٣٠٠ ـ ٢٠٠ متر على امتداد الوادي من جنوب الأبيار حتى قرب بوسديرة) ، ولهذا نرى قيعان الأودية ، ومنها قاع الوادي الرئيسي ، ضحلة هينة انحدار الجوانب (نحو ١٠°) . أما حيث يجري وادي القطارة قاطعاً حافة الرجمة إلى هضبة بنينة فإن المياه قد استطاعت قطع الصخر ونحره في هيئة خانق عميق يصل عمقه إلى نحو ١٢٠ متراً .

وتتكون حمولة القاع في الجزء الأعلى من الوادي حيث الانحدار أكبر من تكوينات خشنة من الحصى المستدير وشبه المستدير ، بالإضافة إلى حبيبات صخرية جيرية أصغر حجماً . وحيثما يقل الانحدار تحل المواد الرملية الحصوية محل التكوينات الخشنة التي تتحول في الجزء الأوسط إلى مواد صلصالية . وإلى هذا الجزء تأتي كميات كبيرة من المواد الطينية عقب سقوط الأمطار تجلبها إليه مياه السيول .

وإلى الغرب من موقع بوسديرة مباشرة يغطي قاع الوادي غطاء سميك من الرواسب الطينية الغرينية القليلة اللزوجة يصل سمكه إلى اكثر من ٨ متر ، وهو يرتكز على طبقة سميكة تتركب من رواسب غير متجانسة من الطين الرملي المختلط بالحصى والحصباء .

وفي الشقة المحصورة بين موقعي بوسديرة وبوليات حيث يشتد انحدار الوادي الرئيسي وتعظم انحدارات الروافد المنصرفة إليه ، نجد حمولة القاع خشنة جداً . وهي ترى متراكمة في هيئة مخروطات عند مصبات الروافد ، وتتركب من حصى كبير الحجم وكتل صخرية يتراوح قطرها بين نصف متر ومترين . والحصى رديء الاستدارة إلى شبه مستدير

ويصل قطره إلى نحو ٣٠ سم ، وتختلط به كثير من المواد الطينية والغرينية . وحين نتتبع مجرى الوادي الرئيسي بعد موقع بوليات خلال هضبة بنينة نلاحظ قلة تدريجية في وجود رواسب حمولة القاع ، ويضمحل وجودها إلى حد كبير جنوب غربي الموقع المذكور بنحو ٤ كم .

وتتميز جوانب الوادي الرئيسي فوق هضبة الرجمة بكثرة وجود الظواهر الكارستية . فهناك عدد كبير من التجاويف والحفر والكهوف . ويرتبط وجودها بشقوق وكسور ضحلة توازي جوانب الوادي ، وعلى امتدادها تمارس المياه فعلها فتحلل الصخر الجيري منشئة لتلك الظواهر . وقد أمكن في بعض المواضع التعرف على بقايا عدسات من صخر الجبس الذي أذابته مياه الوادي ، ونشأ مكان تلك العدسات عدد من الكهوف . وكل هذه الأشكال الكارستية صغيرة الأبعاد ، فأعماق الكهوف لا تزيد على ١٠ متر . وتخلو جوانب الوادي التي تتركب من الصخر الجيري الدولوميتي المندمج من مثل هذه الظاهرات اللهم إلا من بعض الشقوق الضحلة .

ويتميز وادي القطارة الرئيسي حتى قرب موقع بوسديرة بانحدارات هينة . ويبدو أن الكسور والشقوق الصخرية هي التي حددت مسلك المجرى ونحر الوادي منذ البداية . ويتباين عرض الوادي من جهة لأخرى فهو على بعد نحو ١٥ كم شرقي بوسديرة يصل عرضه إلى ٥ كم ، وإلى الغرب من ذلك بنحو ٣ كم يضيق إلى ١,٥ كم ، ثم يأخذ في الضيق تدريجياً بالاتجاه غرباً حتى نصل إلى بوسديرة فيصل العرض إلى ٥٥٠ متر . ويتميز رافده الأيمن المعروف باسم « الموايا – الدهابية » والذي يتصل به قرب موقع بوسديرة بنفس الصفات ، فهو الآخر عريض في أعاليه وأواسطه (بين ١ – ١,٣ كم) ، ثم يضيق على بعد ٣ كم من مصبه حيث يبلغ اتساعه ٦٠٠ متر ، ثم ينكمش إلى ٥٠٠ متر . ومثل هذا يقال أيضاً عن وادي « المسنا » الذي يصب في وادي القطاره من جانبه الأيسر

شرقي مصب الدهابية بقليل .

ويمكن تفسير هذا الاختلاف في سعة الوادي الرئيسي وروافده بالتباين في قدرة عمليات التعرية المائية في طبقات من الصخور الجيرية التي تتفاوت في درجة صلابتها ومقاومتها . ففي الأجزاء العليا والوسطى من مسالك الأودية فوق هضبة الرجمة تجري المياه فوق نطاق صخري يتركب من الحجر الجيري الدولوميتي المندمج . وما دامت الانحدارات هنا أيضاً هينة فإن المياه لا تقوى على النحت الرأسي ، ولهذا نجد قيعان الأودية ضحلة وعريضة ، ويبدو أن النحت الجانبي كان وما يزال أنشط وتؤازره عمليات الإذابة في مستويات الضعف التي تتمثل في سطوح الانفصال الطبقي على الخصوص . ويبدو أيضاً أن أثر التجوية فعال ، فمنحدرات جوانب الأودية هينة لا تزيد في العادة على ١٥° .

وبالاتجاه نحو أدنى الروافد ، ونحو موقع بوسديرة على الوادي الرئيسي تنحر المياه هذه المرة في طبقات سفلى من الصخر الجيري المارلي الدولوميتي وبدخول المارل كعنصر مكون للصخر فإنه يمنحه الليونة والضعف ، بالإضافة إلى زيادة ملحوظة في الانحدارات ، ولهذا وذاك ينشط النحت الرأسي ويزداد وضوحاً ، وتبدأ الأودية في اتخاذ شكل الخوانق التي يشتد انحدار جوانبها حتى لتصل في الجوانب المقعرة من منعطفات الشباب إلى اكثر من ٣٠° .

وفي الشقة المحصورة بين موقع السد الرئيسي (بوسديرة) وموقع السد الثانوي (بولّيات) والتي يبلغ طولها على امتداد الوادي زهاء ١١ كم مهدت الشركة التي انشأت السدين طريقاً على امتداد الوادي يصل بين الموقعين . ومن ثم أمكن تتبع الوادي ودراسته دراسة تفصيلية في مسلكه هذا بالإضافة إلى جزء يسير غربي السد الثانوي .

يصنع وادي القطاره ستة منعطفات في الشقة المحصورة بين بوسديرة

وبولّيات ، وهي كلها منعطفات شباب . وينحني الوادي أمام موضع السد الرئيسي صوب اليمين ، ثم ينثني فجأة جهة اليسار خلف السد . والجانب الأيسر في هذا المنعطف يمثل القوس المقعر حيث يشتد النحت والانحدار ، بينما الجانب الأيمن يمثل القوس المحدب الهين الانحدار (شكل ٢١) .

وتتركب جوانب الوادي من صخور جيرية دولوميتية تنتظم في طبقات سميكة أفقية ، وهي صخور مسامية لينة ، وتحوي الكثير من الحفريات التي عززت من خاصية نفاذيتها ، كما أنها تبدو متحللة إلى حد كبير . وعلى كلا جانبي الوادي يستبين مظهر طبقة سميكة نوعاً بين ارتفاعي ٢٣٠ ـ ٢٤٥ متر على وجه التقريب، وتتركب من صخور المارل الجيرية اللينة السيئة الطباقية .

وتتراوح انحدارات الجانب الأيمن بين ١٠ ـ ١٥°، بينما يشتد

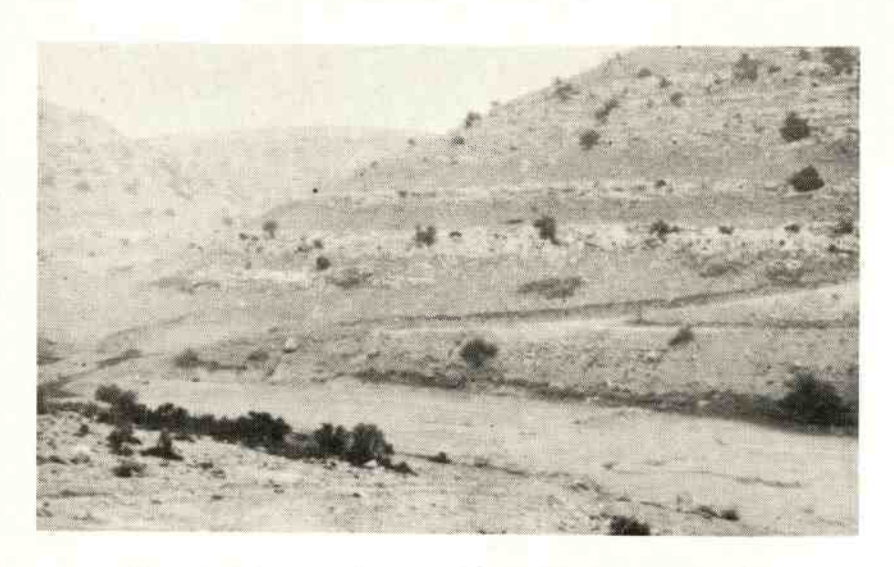


شكل (٢١) وادي القطارة عند موقع بوسديرة (السد الرئيسي) .
منعطف الوادي أمام السد الرئيسي. الجانب المحدب الهيّن الانحدار جهة اليسار .

الانحدار على الجانب الأيسر المقعر ، ويتراوح في مختلف أجزائه بين ١٥ — ٣٠°.. وتبدأ كل منحدرات منعطفات الوادي سواء منها الأقواس المحدبة والمقعرة في أعاليها بتحدب ظاهر ، ثم تستقيم في قسمها الأوسط وتتقعّر عند أسافلها . ويرجع التحدب العلوي هنا إلى ظروف التضرس وطبيعة الصخر الجيري ومعاناته لأحوال مناخية شبه جافة . ففي أثناء الصيف الطويل الجاف تنشط عمليات التجوية الميكانيكية ، وتوازرها التجوية الكيميائية بحلول الفصل الرطب . وإن أية زاوية يصنعها صخر متجانس التركيب وهو الصخر الجيري في حالتنا هذه، وتغزوها التجوية من جانبيها تتحول بالتدريج إلى هيئة محدّبة . يضاف إلى ذلك عمليات زحف التربة التي تنشط شتاء حين يتساقط المطر ، وتتحرك مكونات التربة نحو قاع الوادي . ولا شك أن استمرار انكشاف الصخر المكوّن لأعالي المنحدر يعرضه لعمليات التجوية فيتراجع ويستدير .

وظاهرة الأجزاء المستقيمة من منحدرات الوادي صفة تميزه كغيره من الأودية التي تجري خلال تضاريس مرتفعة . وهي تنشأ عن طريق تراجع المنحدرات ، ويغطيها غطاء رسوبي رقيق يعرقل عمليات التعرية . بينما قد نشأ التقعر السفلي لمنحدرات جوانب الوادي بفعل الجداول المائية التي تتلاحم وتمارس تأثيراً نحاتياً وناقلاً .

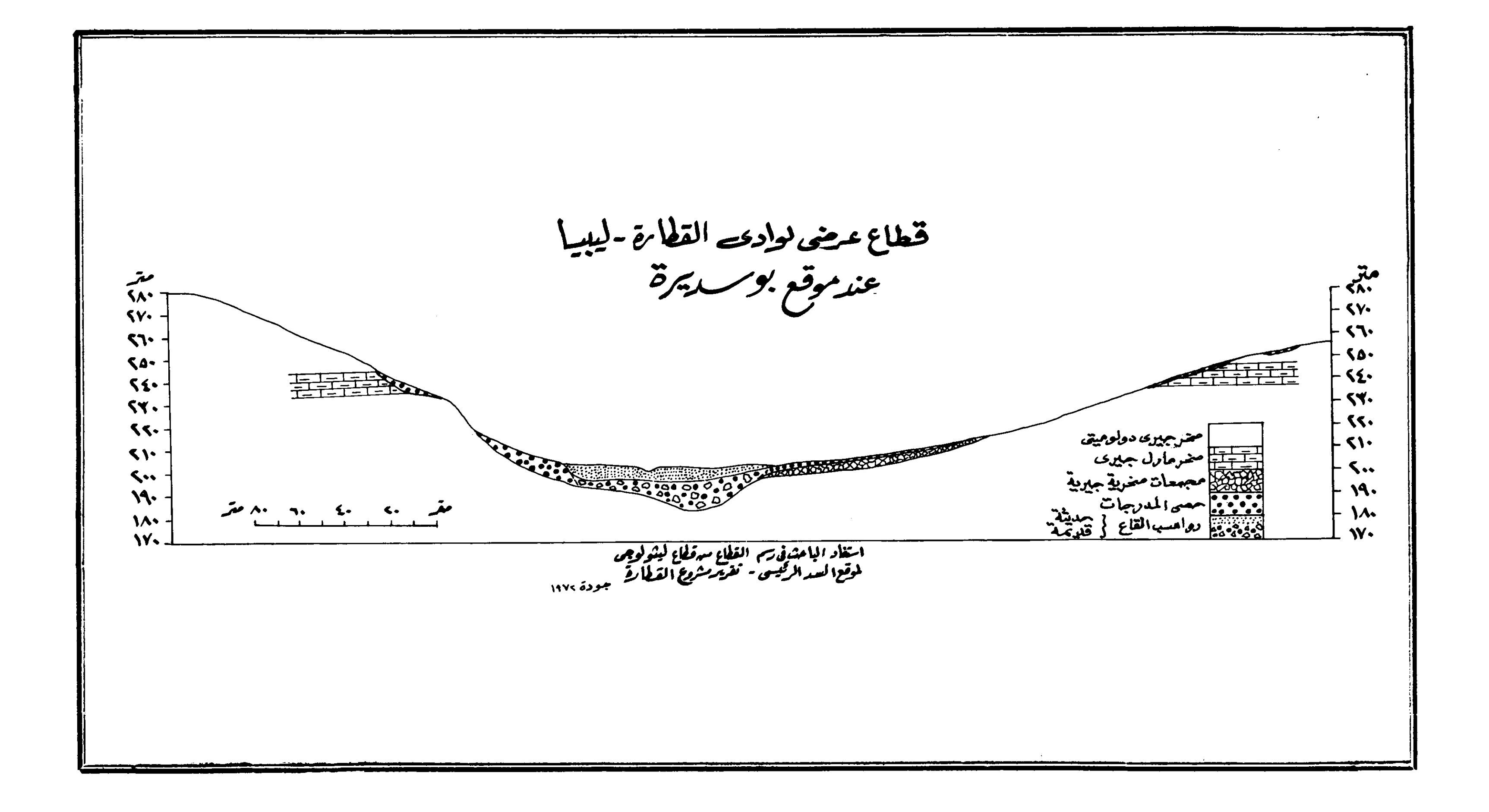
وابتداء من أعلى منحدر الجانب الأيسر للوادي عند موقع بوسديرة ينحدر السطح بزاوية مقدارها ٢٥° حتى منسوب ٢٤٥ متر . وعلى الجانب الأيمن وحتى نفس المنسوب يتضاءل الانحدار إلى ربع هذا القدر . ويمكن للمشاهد أن يرى عدداً من حزوز التعرية المائية متوازية ، ويستطيع أن يميزها من بعيد بخطوط من النبات تنمو على امتدادها في تربة صلصالية رقيقة (شكل ٢٢) ويبدو على الجانب الأيسر فيما بين منسوبي ٢٤٥ — ٢٣٠ متر نطاق تعرية مائية واضح ، ويتفق وجوده مع مظهر طبقة المارل الجيرية اللينة . ويفترش هذا النطاق أو هذه المصطبة غطاء بلايستوسيني



شكل (٢٢) : وادي القطارة أمام السد الرئيسي . بداية الجانب المقعر من المنعطف إلى اليمين . وفيه تظهر المدرجات وحزوز التعرية المائية . مخرج رافد في مؤخرة الصورة . قاع الوادي مغطى بطبقة سميكة من الرواسب الحديثة .

رقيق من الرواسب غير المتجانسة التي تتركب أساساً من الصلصال الأحمر . الذي تتداخل فيه كتل من الصخر الجيري مختلفة الأحجام، ويتراوح سمك هذا الغطاء بين ١ — ٣ متر (شكل ٢٣) .

ويصعب التعرف على ما يقابل هذه المصطبة على الجانب الأيمن ، فهنا يبدو سطح مظهر الطبقة المارلية الجيرية مستقيماً ، ويتغطى بطبقة متقطعة رقيقة من نفس الرواسب يتراوح سمكها بين ٢٠ — ٤٠ سم . وبينما يواصل الجزء المستقيم من منحدر الجانب الأيمن للوادي استمراره بغطائه البلايوستوسيني الرقيق حتى منسوب ٢١٧ متر ، نرى قطعاً شديد الانحدار على الجانب الأيسر للوادي ابتداء من منسوب ٢٣٠ متر وحتى منسوب ٢١٧ متر ، وعلى امتداد القطع يبدو الصخر الجيري مكشوفاً عارياً تماماً (شكل ٢٣) .


قطاع عرضي لوادي القطارة - ليبيا
عند موقع بوسديرة
متر
صخر جيري دولوميتي
صخر مارل جيري
مجمعات صخرية جيرية
حصى المدرجات
رواسب القاع { حديثة / قديمة
استفاد الباحث في رسم القطاع من قطاع ليثولوجي
لموقع السد الرئيسي - تقرير مشروع القطارة
جودة ١٩٧٢

وابتداء من أسفل القطع وحتى منسوب ٢٠٢ متر تقريباً يتضح وجود مصطبة يتراوح عرضها بين ٢٥ — ٤٠ متر وتمتد بطول الجانب الأيسر من الوادي . وتتركب تكويناتها من رواسب بلايوستوسينية يبلغ أقصى سمك لها زهاء ٦ متر ، وهي تتركب من خليط من الصلصال والرمل والحصى ، ونسبة الصلصال أكبر وتتداخل فيها كتل صخرية جيرية متفاوتة الأحجام . ولا تظهر تكوينات هذه المصطبة على الجانب الأيمن إلا بسمك ضئيل ، لا يزيد على ٧٠ سم ، وترتكز هنا على طبقة من المجمعات الصخرية الجيرية المحمرة (الصلصال الأحمر هو المادة اللاحمة) يبلغ سمكها نحو ٥ م (شكل ٢٣) .

وفوق قاع الوادي تراكمت كميات ضخمة من الرواسب النهرية بسمك كبير يتراوح بين ٤ — ١٧ متر . وهي تبدأ من أسفل بتكوينات حصوية وصلصالية تتداخل فيها كتل جيرية وترتكز جميعاً على الأساس الصخري الجيري . ويعلو هذه التكوينات غطاء من الرواسب النهرية الحديثة يتراوح سمكه بين ٢ — ٦ متر ، وفيه ينحر القطارة مجراه الحالي إلى عمق يتراوح بين ١ — ٣ متر (شكل ٢٣) .

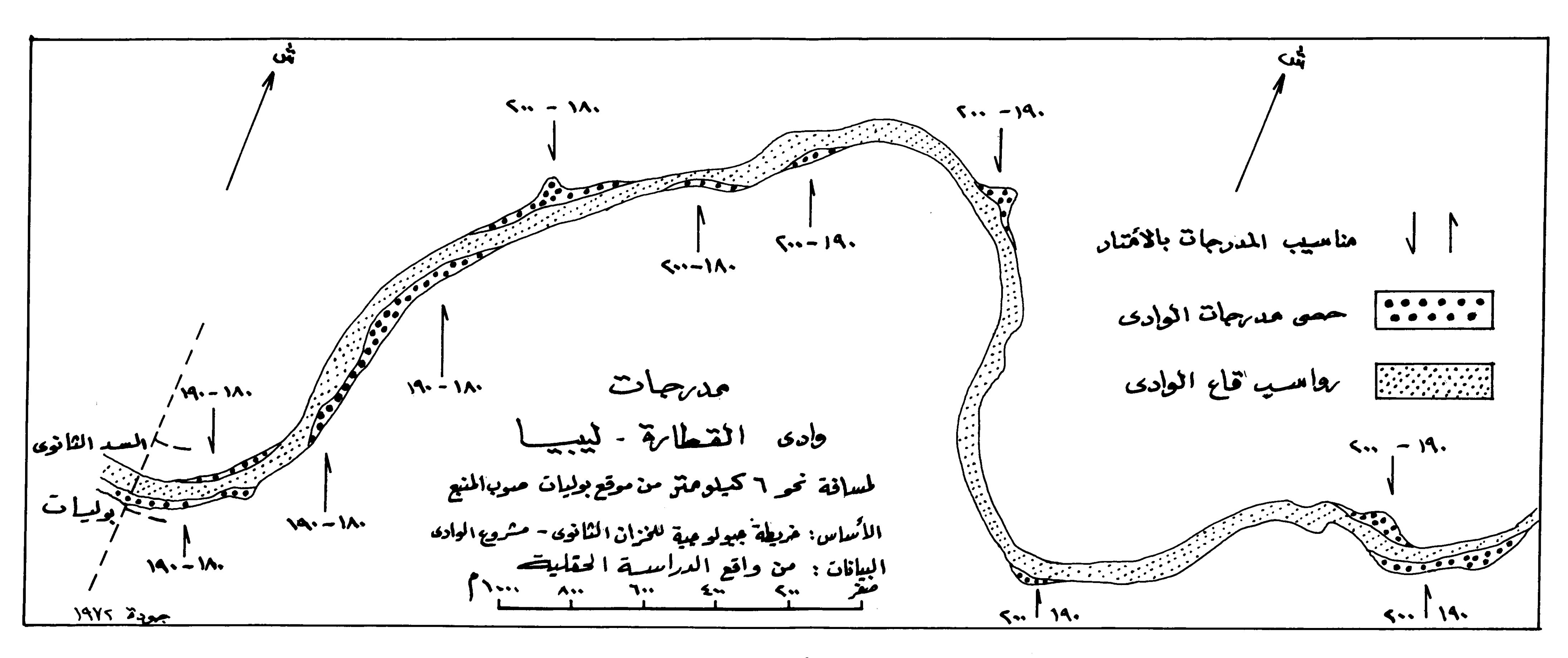
وينحدر قاع الوادي على امتداد مسافة نحو ١١ كم فيما بين بوسديرة وبولّيات من ارتفاع ٢٠٢ متر الى ارتفاع ١٥٥ متر تقريباً ، بمتوسط انحدار قدره ٤,٧ متر لكل كيلومتر . ويعظم الانحدار قرب بولّيات حتى ليبدو الوادي في هيئة خانق يصل عمقه إلى ١٢٠ متراً . وتتميز الصخور الجيرية المكونة لجوانب الوادي في هذه الشقة بكثرة التكسر والتشقق . وتمتد الشقوق موازية لامتداد جوانب الوادي . ويبدو أن المسلك الرئيسي الذي اتخذه التدفق السطحي في الأصل قد سار على امتداد كسور مشابهة . ومع هذا فإننا لا ينبغي ان ننكر فعل الماء في طبقات من الصخور الجيرية المتفاوتة الصلابة والمقاومة . ويشتد انحدار الجوانب بالاتجاه نزلاً نحو بولّيات . وهو انحدار هين على منحدرات الثنيات المحدبة (بين ١٠ —

٢٠°) وشديد على منحدرات الثنيات المقعرة (بين ٢٠ – ٣٥°).

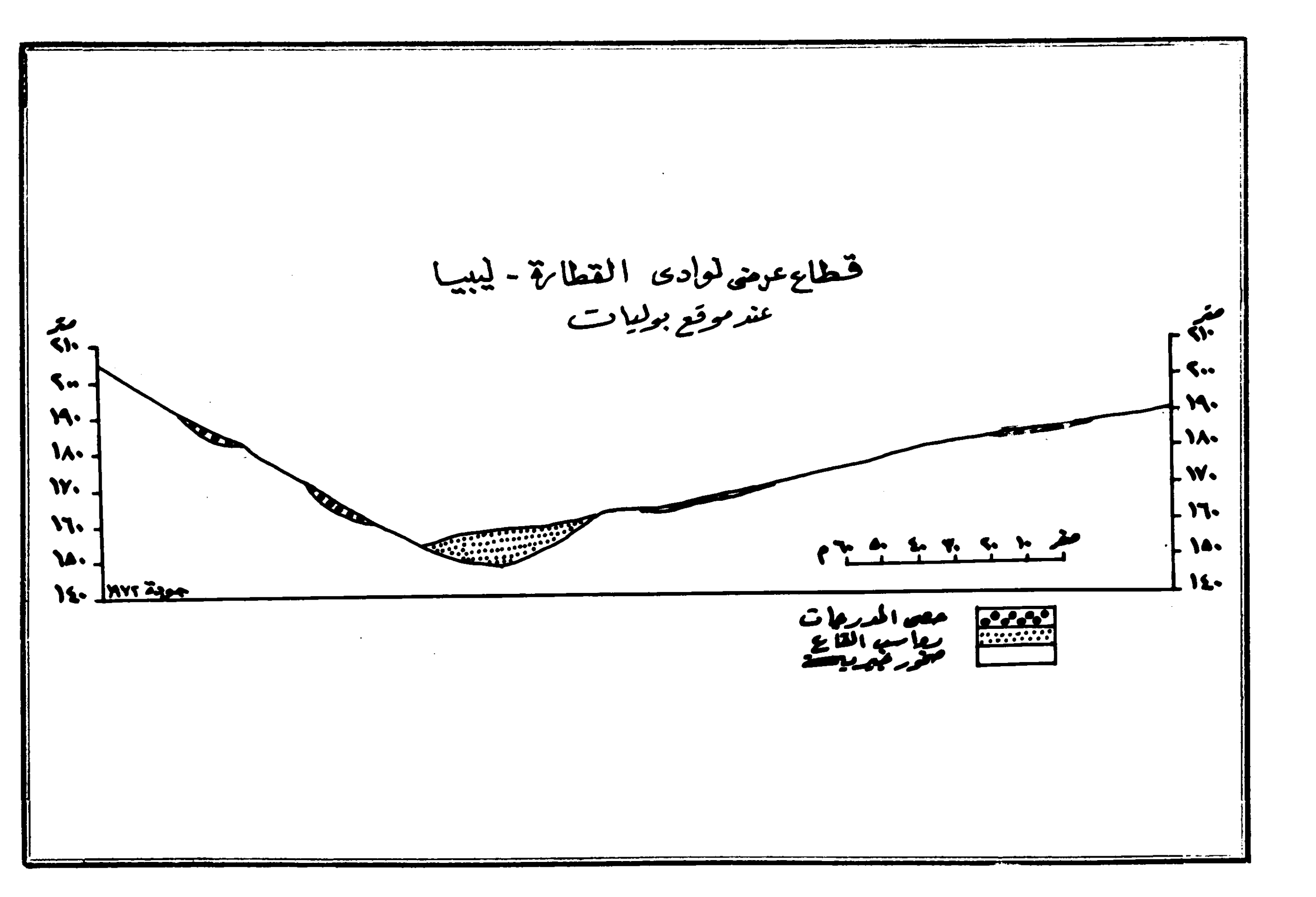
ومن الممكن رؤية مكونات انزلاقات أرضية في أكثر من موضع ولكنها محدودة. وظواهر تحركات المواد على جوانب منحدرات الوادي شائعة نسبياً خصوصاً فوق منحدرات المنحنيات المقعرة. ويفترش قاع الوادي غطاء رسوبي يرق بالاتجاه نزلاً نحو المصب نظراً لازدياد درجة الانحدار في هذا الاتجاه واشتداد قدرة التعرية المائية. وهو يتركب عموماً من حبيبات صلصالية تختلط بها كميات كبيرة من الحصى والحصباء وتتداخل فيها كتل من الصخر الجيري.

وقد أمكن تتبع عدد من أجزاء مدرجات نهرية قديمة فيما بين منسوبي ١٨٠ – ٢٠٠ متر (شكل ٢٤) وهي تظهر بوضوح حيثما وجدت أماكن مناسبة لحفظ تكويناتها. ويتكرر وجودها على جانبي الوادي في كل الشقة المحصورة بين بوسديرة وبوليات. وتظهر قطوع هوامش المدرجات في حالة جيدة في كثير من الأماكن بارتفاع يتراوح بين ٣ – ٤ متر، ولكنها في أماكن أخرى تبدو مشوشة وغير واضحة وتختفي هنا وهناك فلا تكاد تبين (شكل ٢٤). وأكبر مصطبة أمكن تتبعها تقع بدايتها على الجانب الأيسر من الوادي على بعد نحو ١٢٠٠ متر شرق بوليات، ويتفاوت اتساعها ووضوح حافتها من موضع لآخر على امتداد طولها الذي يبلغ زهاء ٨٠٠ متر، ثم تختفي وتعود للظهور مرة أخرى على جانبي الوادي، وارتفاعها بين ١٨٠ – ١٩٠ متر. وتتركب رواسب المدرجات من تكوينات صلصالية رملية وحصوية، وتتداخل بينهـا مستويات من الحصى والحطام الصخري الجيري، والحصى شبه مستدير وبعضه سيء الصقل والاستدارة.

وتتميز روافد الوادي في هذا الجزء من حوضه بانحدارات كبيرة، وتجري فيها المياه بسرعة كبيرة عقب هطول الأمطار الغزيرة وتكتسح معها كميات كبيرة من المواد الصلصالية والحصى والحطام الصخري.


مدرجات
وادى القطارة - ليبيا
لمسافة نحو ٦ كيلومتر من موقع بوليات صوب المنبع
الأساس: خريطة جيولوجية للخزان الثانوى - مشروع الوادى
البيانات: من واقع الدراسة الحقلية
مناسيب المدرجات بالأمتار
حصى مدرجات الوادى
رواسب قاع الوادى
السد الثانوى
بوليات
جودة ١٩٧٢
ش
١٨٠ - ٢٠٠
١٩٠ - ٢٠٠
١٨٠ - ١٩٠
١٨٠-٢٠٠
١٩٠-٢٠٠
١٩٠ ٢٠٠
صفر ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠ ٨٠٠ ١٠٠٠م

شكل (٢٤)


قطاع عرضي لوادي القطارة - ليبيا
عند موقع بوليات
متر
٢١٠
٢٠٠
١٩٠
١٨٠
١٧٠
١٦٠
١٥٠
١٤٠
صفر ١٠ ٢٠ ٣٠ ٤٠ ٥٠ ٦٠م
حصى المدرجات
رواسب القاع

(شكل ٢٥)

وعند مصباتها في الوادي الرئيسي ، وعلى مناسيب تضاهي مناسيب المدرجات النهرية القديمة السالفة الذكر توجد بقايا مخروطات رسوبية قديمة يبلغ سمك طبقاتها أكثر من ٦ متر ، وتتركب من مواد غير متجانسة من الحصى والحطام الصخري المختلط بالصلصال ، وكلها تبدو متآكلة من تأثير عمليات التجوية ، وتغطيها طبقة رقيقة أحدث من الصلصال والحصى .

ويضيق قاع الوادي عند بئر بوليات فلا يتعدى اتساعه ٦٠ متر (شكل ٢٥) . وهو هنا عند نطاق مخرجه من هضبة الرجمه إلى هضبة بنينه يصنع منعطفاً صغير الحجم نوعاً ، جانبه الأيمن هين الانحدار (نحو ١٠°) ، وجانبه الأيسر شديد الانحدار (٣٥°) . وبالإضافة إلى بقايا رقيقة السمك لمصطبتين متقابلتين على الجانبين بين منسوبي ١٩٠ — ١٨٠ متر ، يوجد نطاق تعرية على الجانب الأيسر بين منسوبي ١٧٠ — ١٦٠ متر مغطى بغطاء سميك من الرواسب يمثل مصطبة أحدث . وقد شقت شركة مشروع القطارة خندقاً على امتداد عرض المصطبة بلغ طوله ٢٠ متر وعمقه ٣ متر للتعرف على ليثولوجية التكوينات . وتبين أنها تتركب من صلصال رملي يختلط بالحصى والحطام الصخري الجيري . والتكوينات في معظمها هشة ضعيفة التماسك ومتحللة متآكلة بفعل التجوية . ويقابل هذه المصطبة على الجانب الأيمن مصطبة على نفس المنسوب هينة الانحدار وتتغطى بغطاء رقيق من الصلصال والرمل والحصى . ومن الممكن الوصول إلى الصخر الجيري الأساسي ورؤيته على امتداد هذا المنحدر الأيمن بالحفر الضحل ، بل إنه ليبدو مكشوفاً في أكثر من موضع .

وابتداء من منسوب ١٦٠ م على الجانب الأيمن ومنسوب ١٥٥ م على الجانب الأيسر يفترش قاع الوادي غطاء رسوبي يزداد خشونة بالعمق ويبلغ أقصى سمكه ٩ متر ، ويرتكز على الأساس الصخري الجيري الدولوميتي اللين . وفيه تشق المياه حين سقوط المطر مجرى أشبه بخندق قائم الجوانب عمقه يصل إلى ٢ متر .

ويمتد قاع وادي القطاره بين بوليات وحوش الهواري فوق أرض تتركب من الصخور الجيرية الميوسينية التي أصابتها العمليات الكارستية بقدر معتدل. وعلى كلا جانبي الوادي عند مخرجه إلى هضبة بنينه وحتى مسافة تقرب من ٢ كم غرباً توجد بقايا مروحة رسوبية تتركب من تكوينات غير متجانسة من الصلصال والحصى والحطام الصخري وتمتد شمالاً وجنوباً بين كنتوري ٢٠٠ ــ ١٧٠ متر.

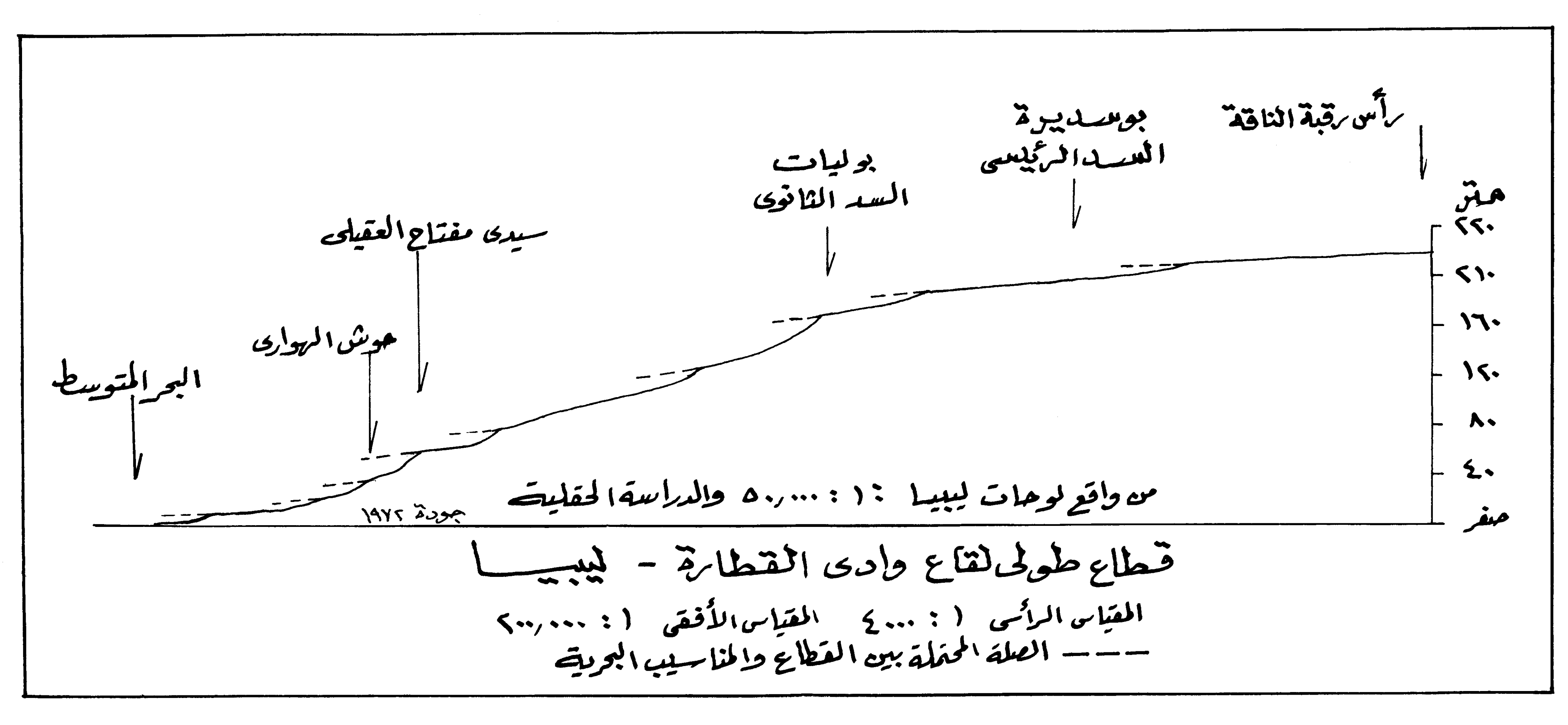
ويسير وادي القطارة فوق هضبة بنينة وسهل بنغازي إما فوق أرض صخرية أو حصوية، أو يخترق أراضي تتركب من التيراروسا، والأخيرة تبلغ سمكاً كبيراً خصوصاً على جانبه الأيسر. ويبدو من المجسات التي أجرتها شركة القطاره في الشقة الممتدة من حوش الهواري حتى الساحل أن تكوينات التيراروسا تصل إلى سمك أقصاه ٧,٥ متر. وفي موقع الهواري شاهدنا محجراً يستغله مصنع الأسمنت وفيه يبلغ سمك طبقة التيراروسا ٦ متر وترتكز على أساس من الصخر الجيري الميوسيني الناصع البياض.

وعلى الرغم من صعوبة التعرف على تكوينات مدرجات قديمة في هذه المسافة من مجرى الوادي، إلا أنه يتضح وجود بقايا مروحة رسوبية قديمة يجري تجديدها باستمرار بواسطة الوادي عند حضيض حافة هضبة بنينة. وعند منسوب ٦٠ متر حول سيدي مفتاح العقيلي تنتشر تكوينات حصوية خشنة، وفيما بين منسوبي ٤٥ ــ ٣٥ م توجد رواسب نهرية حصوية حفرت فيها شركة القطارة مجساً يستبين منه أن سمك تلك الرواسب يصل إلى ٢,٥ م. وفي النطاق الساحلي وعند منسوب ٨,٥ م حفرت الشركة مجساً آخر وصل بعد سمك من التيراروسا بلغ نحو ١,٥ م إلى تكوينات بحرية من الصخر الرملي اللين، والصلصال الرملي سمكها حوالي ٧ م، وترتكز عند منسوب البحر على مارل أزرق صلب ميوسيني العمر.

من هذا العرض السابق يتبين لنا بوضوح وجود ٩ مدرجات نهرية تقع على جوانب الوادي الرئيسي ابتداء من قسمه الأعلى المعروف باسم « رقبة الناقة » حتى مصبه في البحر (انظر الجدول رقم ١) . ولكي نستكمل الدراسة رسمنا قطاعاً طولياً لقاع الوادي الرئيسي من واقع لوحات لوحات ليبيا ١ : ٥٠,٠٠٠ ثم صغّرنا القطاع إلى ١ : ١٠٠,٠٠٠ ثم إلى ١ : ٢٠٠,٠٠٠ في محاولات لاستكشاف نقط تجديد الشّباب ومقارنتها بمناسيب المدرجات النهرية . (شكل ٢٦) . ومن القطاع تظهر تسع نقط واضحة عند المناسيب التالية على التوالي : ٢١٠ م ، ١٩٠ م ، ١٧٠ م ، ١٣٠ م ، ٨٠ م ، ٦٠ م ، ٤٠ م ، ٣٠ م ، ١٠ م . وعلى الرغم من أن نقاط تجديد الشباب على القطاع الطولي لنهر ما تعتبر مشبراً لتغيّر في مستوى القاعدة ، وهو بالنسبة لوادي القطارة منسوب البحر ، إلا أنه يستحيل الاعتماد عليها وحدها نظراً لصعوبة التعرف على قوس القطاع السالف وإمكانية عدم انتظامه أصلاً من جهة ، ثم إن قطاع وادي القطاره لا بد وقد تأثر أيضاً بعمليات الرفع النشيطة التي أصابت حوضه (كجزء من الجبل الأخضر) ابتداء من عصر البلايوسين .

ولا شك أن المدرجات النهرية تقدم مساعدة فعالة في محاولة بناء القطاعات النهرية ، إذ يمكن اتخاذ المدرج وسيلة لمد أجزاء القطاع ابتداء من نقط التجديد في اتجاه المصب ، ثم محاولة ربط هذه وتلك وموازاتها بخطوط الشواطىءأو الأرصفة البحرية القديمة وهذا ما يوضحه الجدول رقم (١) .

والمدرجات الخمسة الأقدم بلايوسينية — بلايوستوسينية . وبعض منها يقابل الرصيف البحري الكلابري . وأغلب الظن أنها نشأت مع نقط التجديد التي توازيها نتيجة لحركات تكتونية ، ومثلها الرصيف الكلابري فهو رصيف آيزوستاتي . والمدرجات الأخرى مع ما يصاحبها من نقط التجديد ناشئة في أكبر الاحتمالات عن ذبذبات



رأس رقبة الناقة
بوسديرة
السد الرئيسى
بوليات
السد الثانوى
سيدى مفتاح العقيلى
حوش الهوارى
البحر المتوسط
متر
٢٢٠
٢١٠
١٦٠
١٢٠
٨٠
٤٠
صفر
من واقع لوحات ليبيا ١ : ٥٠,٠٠٠ والدراسة الحقلية
جودة ١٩٧٢
قطاع طولى لقاع وادى القطارة - ليبيا
المقياس الرأسى ١ : ٤٠٠٠ المقياس الأفقى ١ : ٢٠٠,٠٠٠
--- الصلة المحتملة بين القطاع والمناسيب البحرية

شكل (٢٦)

ارصفة بحرية بحوض البحر المتوسط (بالأمتار)		ارصفة بحرية تونس–الجزائر (بالأمتار)	مناسيب بحرية إقليم مريوط مصر–بالأمتار	الرصيف البحري وعمره	ارصفة بحرية برقة – ليبيا (بالأمتار)	وادي القطارة ليبيا جودة (١٩٧٢)	
بيدل Buedel (١٩٦٣)	فولدشتيت Woldstedt (١٩٦٦)	ديبريه Deperet (١٩٢٨)	شكري وآخران (١٩٥٦)		هي وماكيبرني (١٩٥٥)	مدرجات (بالأمتار)	نقط تجديد الشباب (بالأمتار)
						٢٣٠—٢٤٠	—
						٢٠٥—٢١٥	٢١٠
				الكلابري —	١٤٠—٢٠٠	١٨٠—٢٠٠	١٩٠
١٨٠				بلايوستوسين أقدم	شاطئان بحريان	١٦٠—١٧٠	١٧٠
						١٢٠—١٣٠	١٣٠
١٠٠	٨٠ — ١٠٠	٩٠ — ١٠٠	٨٠ — ١١٠	الصقلي ، ما قبل جونز	٧٠ — ٩٠	٧٠ — ٨٠	٨٠
٦٠	٦٠	٥٥ — ٦٠	٦٠	ميلازي ، جونز — مندل	٤٤ — ٥٥	٥٠ — ٦٠	٦٠
٢٨ — ٤٠	٣٠	٢٨ — ٣٠	٣٥	تيراني ، مندل — ريس	٣٥ — ٤٠	٣٥ — ٤٥	٤٠
٢٨ — ٢٠	١٥ — ١٨	١٨ — ٢٠	٢٥	موناستيرا «١» ، ريس—ڤورم	١٥ — ٢٥	١٢ — ٢٧	—
						تيرا روزا	
٧ — ٨	٧ — ٨	٥ — ٦	١٠	موناستير «٢» ، مابعدالجليد	٦	٧ رمل بحري	١٠

جدول (١) المدرجات ونقط التجديد بوادي القطارة ومقارنتها بالأرصفة البحرية في حوض البحر المتوسط

إيوستاتية في مستوى القاعدة تعاصر مناسيب البحر الصقلية والميلازية والتيرانية . ويفتقر القطاع لنقطة انقطاع تقابل منسوب البحر الموناستيري رقم ١ الذي يمثله هنا التيراروساً ابتداء من منسوب ٢٧ م . وأخيراً توازي تكوينات الرمل البحرية ونقطة التجديد على ارتفاع ١٠ م الرصيف الموناستيري رقم ٢ .

المراجـــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدي ، أبحاث في الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية ، بيروت .

جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر في الصحراء الكبرى الافريقية بحث في الجيومورفولوجيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب – جامعة الاسكندرية .

لوحات ليبيا : ١ : ٥٠,٠٠٠ و ١ : ١٠٠,٠٠٠ و ١ : ٢٥٠,٠٠٠ .

Buedel, J. : (1963), Die Gliederung der Wuerm-Kaltzeit. Wuerzburg.

Cotton, Ch. : (1963), The question of high pleistocene shorelines. Trans. roy. Soc. New Zealand (Geol.) 2, 5, Wellington.

Depéret, C. : (1928), Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires. C.R. Acad. Sci. Paris.

Flohn, H. : (1963), Zur meteorologischen Interpretation der pleistozaenen Klimaschwankungen. Eisz. u. Geg. 14.

Hidroprojekat : (1967), Contract documents for construction of Wadi Gattara Project, Vol. 16. Beograd.

McBurney, C.B.M. & Hey, R.W. : (1955), Prehistory and Pleistocene Geology in Cyrenaican Libya, London.

Shukri, N.M., and Others : (1956), The Geology of the Mediterranean coast between Rosetta and Bardia. Part II : Pleistocene Sediments, Geomorphology and Microfacies, Bull. Inst. Egypte, T. XXXVII.

Woldstedt, P. : (1954), Das Eiszeitalter, Bd. 1, Stuttgart.

Woldstedt, P. : (1966), Ablauf des Eiszeitalters. Eisz. u. Geg. 17.

Zeuner, F.E. : (1959), The pleistocene Period, 2d ed. London.



البحث الرابع

سهل بنغازي



البحث الرابع

سهل بنغـازي

الموقـع :

ينحصر سهل بنغازي فيما بين الهوامش الغربية للجبل الأخضر والساحل الشرقي لخليج سرت . وهو يبدو بشكل مثلث رأسه في الشمال عند بلدة توكرة ، وقاعدته في الجنوب فيما بين بلدتي الزويتينة على الساحل وأنتيلات في الشرق . ويضيق السهل في الشمال نظراً لاقتراب الحافة الخارجية للجبل الأخضر من الساحل ، ولكنه ما يلبث أن يتسع بالاتجاه جنوباً ، إذ تبتعد الحافة عن الساحل بالتدريج . وأقصى عرض يبلغه السهل يصل إلى ٥٠ كم . وحدود السهل في الجنوب غير واضحة ، فهو يتداخل في الأراضي السهلة الفسيحة المشرفة على خليج سرت .

البناء الجيولوجي :

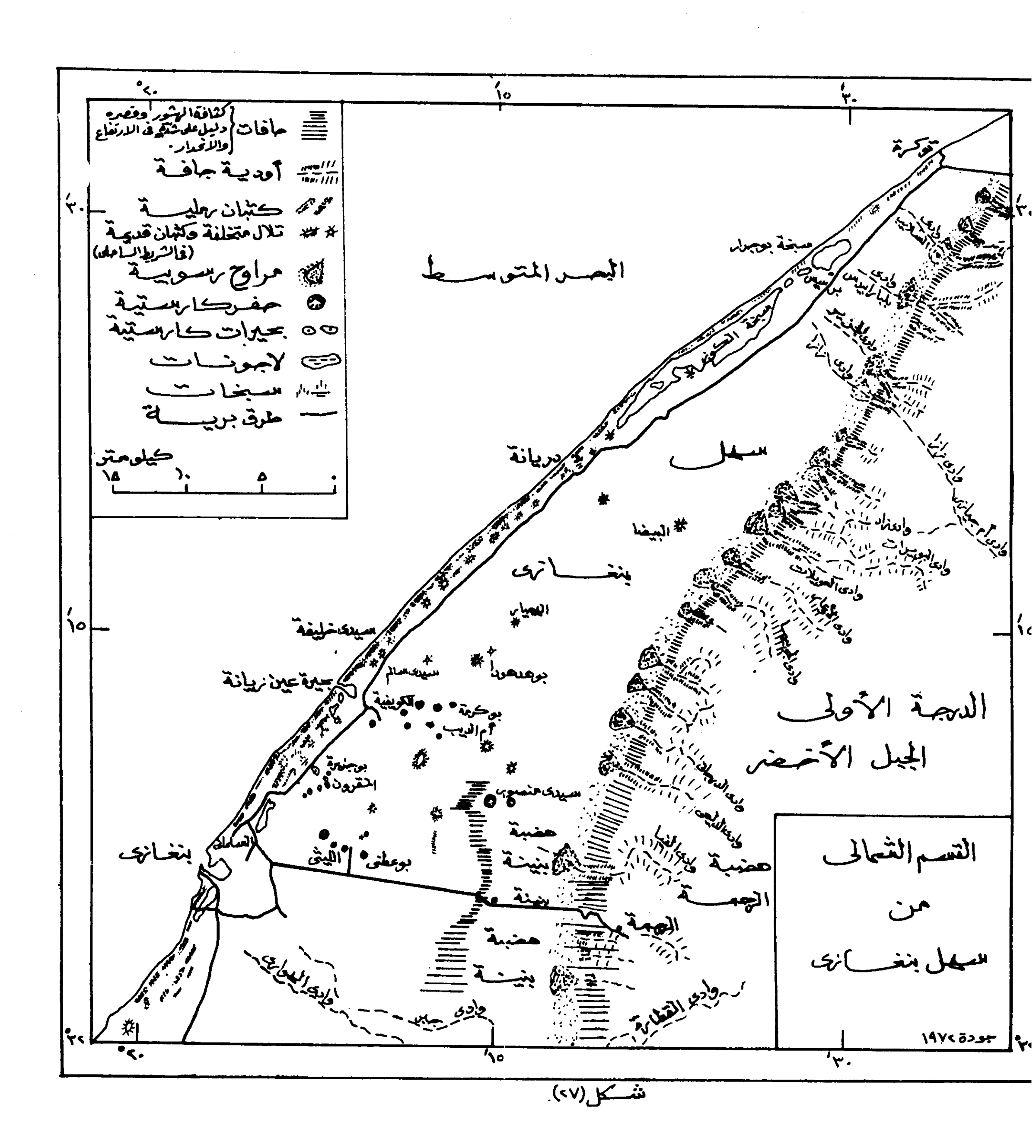
تتركب أرض سهل بنغازي كلية من صخور رسوبية ، وهي كلها من صخور الكربونات البحرية النشأة التي تنتمي لعصر الميوسين . وأحدث الطبقات الصخرية ما ينتمي منها للفترة الهلقيتية **Helvetium** التابعة للميوسين الأوسط ، وهي تتركب من صخور جيرية دولوميتية ومارلية ،

ويشيع انتشار هذه الصخور في السهل وأيضاً فوق هضبة الرجمة، وإن كانت تتغطى هناك أحياناً بغطاء من الصخور الجيرية الدولوميتية التابعة لفترة تورتون Torton (انظر الخرائط الجيولوجية المرفقة بتقرير القطارة ١٩٦٧).

وترتكز تكوينات الميوسين الأوسط على تراكيب صخرية تتألف من المارل الأخضر الضارب للزرقة ومن الحجر الجيري الطباقي المارلي الرملي، وهي كلها تنتمي لفترة بورديجال Burdigal التابعة للميوسين الأسفل، وتبرز لها مظاهر قرب «حوش الهواري» في قاع وادي القطارة. وترتكز طبقات الميوسين الأسفل فوق الصخـــور الجيرية الإيوسينية مباشرة، والأخيرة تبدأ في العمق عند منسوب يتراوح بين ١١٠ — ١٤٠ متر في القسم الغربي من هضبة الرجمة.

وتنتشر رواسب الزمن الرابع على امتداد الشريط الساحلي، وتتمثل في الداخل في غطاء رقيق من التربة الحمراء يكسو الصخور الجيرية.

ومن الوجهة التكتونية هناك نطاق عيبي يتمثل في هيئة التواء وحيد الجانب، هبط جانبه الغربي على طول امتداد حافة الدرجة الأولى من بلدة «طلميته» شمالاً حتى جنوبي بلدة «بنينه». وفي القسم الأوسط من السهل نصادف نظماً صدعية متوازية تمتد امتداداً عاماً من الشرق إلى الغرب فيما بين حضيض حافة الرجمة شرقاً إلى الساحل غرباً فيما بين «سيدي خليفة» شمالاً وجنوبي مدينة بنغازي جنوباً. وهناك نظم أخرى انكسارية أقل إمتداداً تجري متوازية مع بعضها من الشمال إلى الجنوب ومتعامدة على النظم الصدعية السابقة الذكر (تقرير القطارة ١٩٦٧ — الخرائط الجيولوجية). ولهذه الظواهر التكتونيّة أهميتها الخاصة في دورة الماء الباطني وفي ظهور الأشكال الكارستيّة التي نتناولها بالدراسة بعد قليل.


البحر المتوسط
سهل
بنغازي
الدرجة الأولى
الجبل الأخضر
هضبة
بنينة
هضبة
الرجمة
التقسيم الشمالي
من
السهل بنغازي
توكرة
دريانة
بنغازي
البيضا
سيدي خليفة
بحيرة عين زيانة
الكويفية
بوكرية
أم الديب
سيدي منصور
الليثي
بوعطني
بنينة
الرجمة
هضبة
بنينة
وادي القطارة
كيلومتر
جودة ١٩٧٢

شكل (٢٧)

جيومورفولوجية السهل

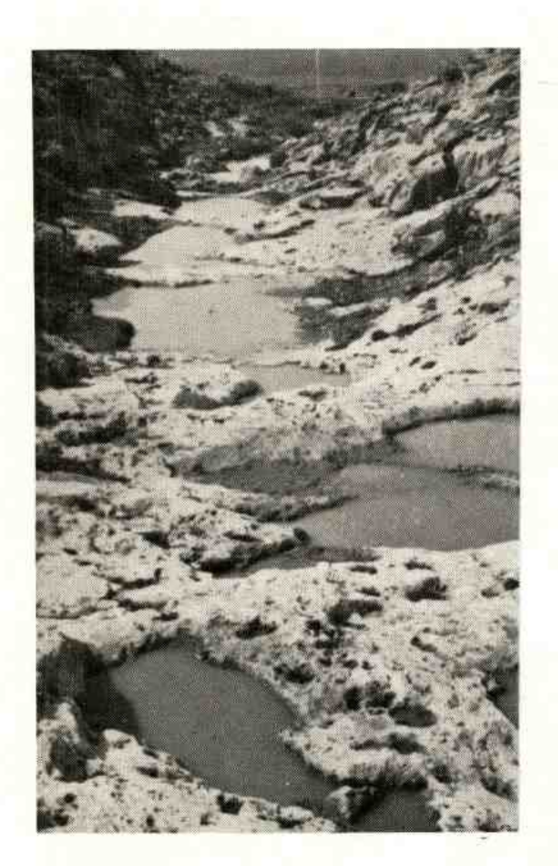
حافة الرجمة :

يتحدد السهل من جهة الشرق ، كما أسلفنا ، بواسطة حافة الدرجة الأولى للجبل الأخضر التي ندعوها بحافة الرجمة . ويمكن تتبع أعاليها وأسافلها بكل وضوح ابتداء من « توكرة » شمالاً حتى « أنتيلات » جنوباً ، سواء في الحقل أو من واقع خرائط مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ ومقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ . ويبقى حضيض الحافة فيما بين البلدتين على منسوب يتراوح بين ١٥٠ — ٢٠٠ متر ، أما أعلاها فيتراوح بين منسوبي ٢٥٠ — ٣٠٠ متر ، وإلى الجنوب من خط عرض بنغازي يظل أسفل الحافة على نفس المنسوب تقريباً (بين ١٥٠ — ٢٠٠ متر) بينما يضمحل ارتفاع أعاليها بالتدريج كلما تقدمنا جنوباً ، حتى تختفي في مشارف أنتيلات ، ومنحدرات الحافة شديدة محدبة في أعاليها مستقيمة حتى أسافلها حيث تلتقي بالسهل بشكل فجائي . وتخلو كل منحدرات الحافة في كل المواضع التي رأيناها ، وهي كثيرة ، تماماً من أيّة علامات لمدرجات ثانوية .

ويقطع الحافة عدد كبير من الأودية الخانقية التي تكثر إلى الشمال من دائرة عرض بنغازي على أبعاد قد لا تزيد أحياناً عن بضع عشرات من الأمتار (شكل ٢٧) . وينجح بعض من الأودية في عبور سهل بنغازي ويصل إلى البحر كوادي السلايب جنوبي توكرة ، ووادي القطاره جنوبي بنغازي . وبعضها الآخر يقطع جزء من السهل ثم تغيض مياهه قبل أن يداني الطريق البري من بنغازي إلى توكره . ومعظمها تنتشر مياهها وتتوزع رواسبها على مسافات قصيرة من مصباتها في السهل .

وتجري الأودية فوق هضبة الرجمة على أرض هيّنة الانحدار نوعاً ؛

ولهذا فمجاريهـا ضحلة في العادة وتتغطى بغطاء رسوبي . وتكبر الانحدارات قرب مخارجها من الحافة ، فيعظم النحت الرأسي ، وتظهر منعطفات الشباب متقاربة . ويتميز كل منعطف بقطع شديد الانحـدار في الجانب المقعّر ، ومنحدر هيّن الانحدار تكسوه الرواسب وينمو عليه النبات . وقيعان كثير من الأودية صخرية تكثر بها الحفر الوعائية التي عن طريق تعميقها وتوسيعها ما تزال الأودية تعمق مجاريهـا (شكل ٢٨) .



شكل (٢٨) حفر وعائية في قاع أحد الأودية التي تقطع حافة الرجمة (وادي زازا) . ويظهر سهل بنغازي في مؤخرة الصورة .

وحين نصعد على امتداد الأودية إلى أعالي الهضبة تتسع قيعانها ، ويفترشها حينئذ غطاء من الحصى والحطام الصخري بعضه مصقول مستدير ، والبعض الآخر خشن سيء الصقل والاستدارة (شكل ٢٩) وقد تتغطى القيعان برواسب صلصالية تختلط بالرمال والحصى ، وفيها تشقّ المياه حين سقوط المطر مجراها الحالي (شكل ٣٠) . وما تزال



شكل (٢٩) : جزء من قاع وادي السلايب مغطى بالحصى .



شكل (٣٠) قسم من الجزء الأدنى للوادي الذي يقع مخرجه من حافة الرجمة على يمين الطريق المؤدي إلى بلدة الرجمة . القاع مفروش بالرواسب الصلصالية ، وفيها تشق المياه لها طريقاً .

منحدراتها هيّنة نوعاً ، ولكن لا أثر لمدرجات مكتملة النمو ، اللهم إلا قطوع تعرية على مستويات متفاوتة الارتفاع تغطيها تكوينات حصوية وصلصالية رقيقة السمك .

وعند مصبات الأودية في السهل تنتشر الرواسب في هيئة مراوح تستدقّ حبيبات مكوناتها بالابتعاد عن منطقة المصب . وفي المناطق التي تتجاور فيها المصبات تلتحم المراوح ببعضها مكونة لنطاق عريض يمتد بحذاء حضيض الحافة (بجاده) . وتتجدّد هذه المراوح كل عام أثناء فصل الشتاء حين تتساقط الأمطار وتسيل المياه في الأودية (شكل ٣١) . ولما تجلبه الأودية من رواسب صلصالية حمراء أهميتها في



شكل (٣١) المراوح الرسوبية عند مصبات الأودية في سهل بنغازي . حينما تتجاور مخارج الأودية تتلاحم المراوح الرسوبية مكونة لنطاق بييدمونتي ينحدر انحداراً هيناً صوب السهل . وفيه تستدق حبيبات مكوناته بالابتعاد عن حافة الرجمة . ١،٢،٣ – ثلاث مراوح تغطيها تكوينات رطبة حديثة الإرساب .

إخصاب المزارع البعليــة القليلة التي يتحدد وجودهـــا بالتجاويف الضحلة في السهل وإلى هــذه الأودية يعزى ترسيب التربة الحمــراء فوق السهل يساندها في توزيعها فعل الرياح . ويختلف سمكها حيثما وجدت بحجم الوادي الذي نقلها وأرسبها .

المظهر العام للسهل :

يتميز السهل المحصور بين حافة الرجمة وساحل البحر بانحدارات هيّنــة (شكل ٣٢) . فتبدو الفواصل الأفقية بين خطوط الارتفاعات المتساوية منتظمة إلى حد كبير ، وهي تتسع بالاتجاه جنوباً مع اتساع



شكل (٣٢) : قسم من سهل بنغازي شرقي طريق بنغازي – توكره . يبدو السهل منبسطاً هين الانحدار ، وحصوى صخري في معظم الأحوال . ويظهر النبات الخشن الفقير نامياً في أكمات صلصالية . وفي مؤخرة الصورة تظهر حافة الرجمة .

السهل نتيجة لانفراج ضلعي المثلث الممثلين في الحافة وخط الساحل. ولا يضطرب انتظام خطوط الكنتور على امتداد السهل من أقصى الشرق إلى أقصى الغرب، إلا في منطقة بنينه فيما بين دائرتي عرض ١٠َ ٣٢° - ٣٢° شمالاً. فإلى الشرق من بنغازي بنحو ١٨ كم وإلى الغرب مباشرة من بلدة بنينه تتجاور خطوط الكنتور، فتظهر بذلك حافة يتحدد حضيضها بخط الكنتور ٩٠ متر وقمتها بمنسوب ١١٠ متر (شكل ٢٧). وقد سبق لديزيو (١٩٣٩) وهيى (١٩٥٥) أن ميزاها بجرف بحري قديم. ويمكن تتبع هذه الدرجة الثانوية على مسافة تصل إلى نحو ١٥ كم، وهي أظهر وأوضح في شمال بنينه منها في جنوبها. وما تلبث أن تتلاشى بالتدريج في اتجاه الشمال والجنوب وتختفي في الانحدار التدريجي المنتظم للسهل تجاه البحر (شكل ٢٧).

ويحدّد كنتور ١١٠ متر حافة هضبة بنينه التي تأخذ في الارتفاع التدريجي المنتظم حتى كنتور ١٥٠ متر الذي يحدد أسافل حافة الرجمة. وسطح هضبة بنينه أشبه بسهل فسيح يتميز بالانبساط في كثير من مناطقه، وبالتضرس الهيّن في المناطق الأخرى. وفي الشقّة المحصورة بين وادي القطارة جنوباً وطريق بنغازي - بنينه شمالاً، نرى الانبساط أظهر ما يكون. وتتغطى الأرض بغطاء رقيق من التربة الحمراء، ويكسوها شتاء نبات القمح والشعير والحشائش. وإلى الشمال من الطريق المشار إليه تأخذ الأرض في التموّج متخذة شكل المنخفضات الضحلة المكسوة بالتربة الحمراء، والربوات الهينة الانحدار، العارية الصخر في معظم الأحيان. يضاف إلى ذلك عدد من مجاري الأودية تشارك في تقطيع المظهر المنبسط العام.

وظواهر الكارست في هضبة بنينة قليلة ومحدودة الأبعاد. من ذلك إثنتان على جانبي بداية الطريق البري من بنينه إلى الرجمة، واثنتان متقابلتان، حوالي منتصف الطريق، وواحدة على يسار الطريق عند

أسفل حافة الرجمة ، وكلها قليلة الغور وليس لها اتصال بمستوى الماء الجوفي . وهي ظواهر سطحية نشأت عن الإذابة الموضعية في عدسات من الصخور الجيرية اللينة ، وتتغطى قيعان بعضها بالتربة الحمراء .

وفيما عدا حافة بنينة لا يقطع انتظام انحدار السهل مظهر جيومورفولوجي واضح ، اللهم إلا درجة في مشارف بلدة توكره لا تستبين في الخرائط الكنتورية ، ميّزها هي عام ١٩٥٥بالدراسة الحقلية وأشار بامتدادها على بعد ١ كم من خط الساحل وموازية له ، وأقصى ارتفاع لها ٢ متر . وأمكنه تتبعها لمسافة ٨ كم شمالى شرق البلدة ولحوالي ١٠ كم في جنوبها الغربي ، وأوضح بأنها تمتد على الجانب البحري لكنتور ١٠ متر ، ويقع أسفلها على امتداد كنتور ٥ متر .

وإذا ما اتجهنا جنوباً يظل الانتظام في انحدارات السطح هو الظاهرة الشائعة ، ولا يقطعه سوى قطوع صخرية محدودة الأبعاد لا يزيد ارتفاعها على متر واحد أو نحوه .

وسهل بنغازي صخري السطح في معظمه . ويظهر الصخر الجيري عارياً في هيئة بقع غير منتظمة الشكل تحيط بها وتفصل بينها تربات ضحلة حمراء أو بنية محمرة (شكل ٣٣) . وهنا وهناك تبرز ربوات صخرية محدّبة ، فسيحة القمم ، هيّنة الانحدار . والرواسب البلايوستوسينية حيثما وجدت رقيقة السمك ، وفي بعض المناطق خصوصاً في نطاقات مجاري الأودية التي تعبر السهل يزداد سمك التربة الحمراء فيتراوح بين ٦ ـ ٧ متر بوادي القطارة في موقع الهواري على طريق سلوق جنوبي بنغازي بنحو ٩ كم . وهي هناك ترتكز على صخر جيري ميوسيني ناصع البياض ، وتظهر هذه التكوينات في محجر يستغله مصنع أسمنت الهوّارى .



شكل (٣٣) سهل بنغازي فيما بين مدينة بنغازي وبلدة بنينة . الصخر الجيري الميوسيني مكشوف في بقع بيضاء تتداخل بينها رواسب صلصالية بنية محمرة . حافة بنينة تظهر في مؤخرة الصورة .

الظواهر الكارستية :

سبق أن ذكرنا أن سهل بنغازي قد تأثر بالحركات التكتونية التي تظهر في عدد من النظم الصدعية المتقاطعة . وهناك ثلاثة نطاقات صدعية : أحدها يمتد من « سيدي منصور » في الشرق عبر منطقة « الكويفية » إلى « عين زيانة » على الساحل في الغرب .

ونطاق آخر يمتد من بنينه شرقاً إلى منطقة « بوعطني — الليثي » (الغدير) . ونطاق ثالث أقل حجماً يوازي وادي القطارة الأدنى وينتهي جنوب بنغازي . هذا بالإضافة إلى عدد من الكسور الشمالية الجنوبية الاتجاه التي سبقت الإشارة إليها .

ونطاقات التصدّع التي تأخذ اتجاهاً شمالياً جنوبياً موازية لكلا

حافتي الرجمة وبنينة تعتبر المجمعات الأولى للمياه التي تنصرف سطحياً ثم باطنياً خلال الشقوق والكسور والكهوف والمسام التي تكتنف صخور الجانب الغربي من الجبل الأخضر بما فيه حوض القطارة نحو الغرب. أما الكسور التي تتقاطع معها والتي حددناها في ثلاث نطاقات تتخذ اتجاه سير المياه الجوفي من الجبل الأخضر (أي نحو الغرب)، فهي التي تتسلم المياه من المجمعات المشار إليها، وتحدد تسربها في مجاري باطنية صوب البحـــر.

وتمثل الصخور الجيرية الهلفيتية والتورتونية التابعة للميوسين الأوسط، مخازن وموصلات جيدة للماء الجوفي. وهي صخور لينة غنية بالحفريات التي تعطي لها نسيجاً إسفنجياً، وتحوي فواصل وشقوق أصلية وثانوية تعتبر الموصل الرئيسي للمياه. وقد أثر الماء الجوفي على امتداد نطاقات الشقوق والخطوط التكتونية تأثيراً بيّناً وكثيفاً في إذابة الصخور الجيرية، وساعده في ذلك بناء الصخور المسامية وليونتها.

وعلى امتداد اتجاهات الخطوط التكتونيـــة الرئيسية نجد الأشكال الكارستية الجوفية على اتصال بالاشكال الكارستية السطحية، ويتضح ذلك بصورة مثالية في نطاق بنينه – بوعطنى في كهف الغدير، وفي نطاق سيدي منصور – الكويفية في كهف الجبخ، ثم في البحيرات الكارستية كبحيرة بوجزيرة. وفضلاً عما لهذه النطاقات العيبية من أهمية كبيرة كمخازن للمياه ومجمعات لها، فإنها في نفس الوقت تقرر اتجاهات تدفق الكميات الكبيرة من المياه الجوفية.

وفي منطقتي الكويفية وبوعطنى ينتشر عدد كبير من الحفر الكارستية المتفاوتة الأحجام (شكل ٣٤). وكلها عميقة، وتشرف جدرانها على قيعانها بانحدارات شديدة. وقد لاحظنا في كل حالة أن جوانبها الشرقية شديدة الانحدار ، بل إن الانحدار قائم في معظم الأحيان (شكل ٣٥).



شكل (٣٤) فتحة حفرة كارستية في منطقة بوعطني . لاحظ سطح السهل الصخري .



شكل (٣٥) الجانب الشرقي من حفرة كارستية في منطقة الكويفية . الجدار قائم الانحدار ، وما تزال أجزاء الطبقة العليا بارزة تطل على قاع الحفرة .

وهذا إن دل على شيء فإنما يدل على أن الماء الباطني قد شارك في تكوينها . فهي لم تنشأ عن طريق إذابة الماء السطحي للتكوينات الجيرية فحسب وإنما أيضاً عن طريق التقويض السفلي للماء الجوفي . وتوجد الآبار الضحلة والعيون عند أسفل الجروف الشرقية من حيث تصدر المياه باستمرار . وما يزال توسيع الحفر مستمراً بواسطة التقويض الينبوعي . وكثيراً ما نشاهد أجزاء من تلك الجروف الشرقية وقد تساقطت في كتل صخرية كبيرة عند حضيضها ، وأخرى ما تزال معلقة تنتظر دورها في السقوط . وتفترش أرض الحفر الجافة تربة حمراء خصيبة تجود فيها زراعة الخضروات وتنمو بها أشجار النخل واللوز (شكل ٣٦) .



شكل (٣٦) حفرة كارستية في منطقة الكويفية . القاع مفروش بالرواسب الصلصالية المحمرة ، وفيها ينمو النخل والخضروات . لاحظ الانحدار القائم للجانب الشرقي للحفرة (يمين الصورة) . وأسفله تنزّ المياه من عيون ما تزال تقوّض اسافل الجرف ، وعلى وجهه تستند كتل صخرية متراكمة سبق انهيارها منه . ارتفاع الجرف ١٢ م .

ومن الحفر الكارستية ما يمتلىء بالمياه مكوناً لبحيرات تختلف في أحجامها ومنها بحيرات صغيرة في منطقة الكويفية . وأكبرها مساحة بحيرة بوجزيرة على يمين الطريق البري إلى توكره مباشرة ، وعلى بعد نحو ٦ كم من بنغازي . وجانبها الشرقي أيضاً قائم الانحدار وتتفجر أسفله من القاع عيون جارية . ومن البحيرات الساحلية ما تستقى مياهها من العيون الدّافقة وأشهرها وأكبرها بحيرة عين زيانة الواقعة على يسار الطريق إلى توكره ، وهي ذات اتصال جزئي بالبحر (شكل ٢٧) ومياهها صافية ضاربة إلى الزرقة ، ولهذا فهي تدعى أيضاً بالبحيرة الزرقاء . وتتفجر فيها العيون واضحة من قسمها الشرقي ، ويشاهد على سطحها تيار ظاهر تجري مياهه في اتجاه الغرب نحو البحر .

ومن أشهر الكهوف كهفان : أحدهما معروف مشهور منذ القدم يدعى بكهف الليثي أو الغدير ، ونسبة الأملاح بمياهه مرتفعة ، وطوله غير معروف ، وسطح مائه راكد لم يشاهد فيه تيار متحرك . والكهف الثاني يقع في منطقة الكويفية على يمين الطريق إلى توكره بنحو ٣ كم ويسمى بالجبخ (كلمة ليبية تعني خلية النحل) . ويبلغ عمقه من السطح زهاء ٢٤ متراً ، ومنسوب مائه ملى ارتفاع نحو ٤ متر . وماؤه عذب مستساغ إذ تبلغ نسبة ملوحته ٣ جزء في كل ١٠,٠٠٠ جزء ، بينما تبلغ نسبة ملوحة مياه بنينه من حيث تستقى مدينة بنغازي ٨,٥ جزء لكل ١٠,٠٠٠ جزء . ويستغل ماء الكهف بالضخ إلى سطح الأرض حالياً ، وتؤخذ المياه بالسيارات للاستفادة منها في الأراضي المجاورة . وقد ثبت بالدراسة أن مياه الكهف على اتصال ببحيرة زيانة .

هذا ويعتقد أن مشروع خزان القطارة سيعمل على تحسين نوعية وكمية المياه الباطنية خصوصاً في نطاق بنينه — الليثي ، وبدرجة أقل من ذلك في نطاق سيدي منصور — الكويفية . ومن المرجح أن الرشح من الخزان الرئيسي في اتجاه الغرب والذي تقدر كميته بحوالي ٤ مليون متر

مكعب سنوياً ، سيجري في نفس اتجاهات المسالك الباطنية الحالية ، أي على امتداد النطاقات التكتونية المشار إليها (تقرير مشروع وادي القطارة ١٩٦٧) .

الشريط الساحلي :

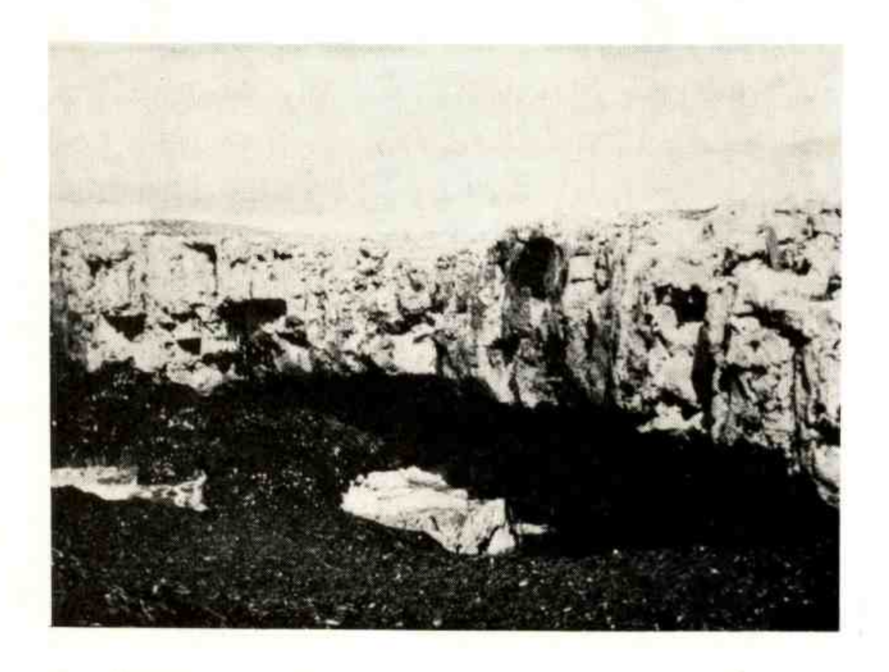
يمتد الشريط الساحلي الذي يتميز بظواهر اللاجونات والسبخات والكثبان الرملية قديمها وحديثها فيما بين خط الشاطىء الحالي والطريق الرئيسي بين الزويتينة وتوكره .

ويمتد بحذاء خط الساحل الحالي مباشرة نطاق من الكثبان الرملية الحديثة التي تبدو من بعيد ناصعة البياض . وهي قد تتصل في هيئة سلسلة مستمرة تتفاوت في ارتفاعها بين ٥ ـ ١٠ متر ، وقد تتقطع في شكل كثبان مستطيلة تفصل بينها تجاويف أقل ارتفاعاً .

والكثبان الشاطئية الحديثة ما تزال في نمو مستمر ، يدل على ذلك الغطاء الهش من الرمال المتوسطة والدقيقة الحبيبات التي تتحرك فوقها . ويمكن تتبعها من الزويتينة شمالاً حتى بلدة دريانة ، ومن بعدها تضمحل ثم تتلاشى عند « برسيس » جنوبي توكره بنحو ٩ كم . ويرتبط نمو الكثبان الحديثة باتساع نطاق البلاج المجاور لها . فحيثما اتسع نطاق الشاطىء وازدادت ضحولته ، وكان انحداره هيناً سهلاً صوب البحر استطاعت أمواج العواصف أن تقذف بكميات متجددة من الرواسب منشئة لبلاج فسيح ، ما تلبث الرياح أن تدفع بمكوناته صوب الداخل ، فتظل سلاسل الكثبان حيّة نامية . وهذا ما تمكن ملاحظته في كل النطاق الممتد من الزويتينة شمالاً عبر بنغازي حتى قرب برسيس .

ويختلف الوضع عن ذلك إلى الشمال من البلدة الأخيرة . فهنا نجد البلاج يضمحل ، بل نجد الشاطىء صخرياً حيث تمتد الصخور الجيرية

التي يرتكب منها السهل وتصل إليه عند حوالي منسوبه . أو قد تشرف عليه بجروف قليلة الارتفاع (شكل ٣٧) ، وقد تتركب الجروف من مكونات كثبان رملية متصلبة قديمة . وتبدو هذه الظواهر واضحة على الخصوص في النطاق الممتد بين توكرة وسنجة الكوز ، ثم في مواضع كثيرة بين الأخيرة وسيدي خليفة . ويلاحظ أيضاً أن البحر عميق بجوار خط الشاطىء مباشرة ، والشاطىء لا شك والحالة هذه ينحدر بشدة صوب البحر مما لا يدع فرصة للأمواج العاصفة من دفع كميات مناسبة من الرمال تكفي لبناء كثبان رملية بأحجام ذات بال . يضاف إلى ذلك



شكل (٣٧) جزء من ساحل سهل بنغازي إلى الشمال من دريانه . تمتد صخور السهل الجيرية فتصل إلى البحر وتطل عليه بجروف قليلة الارتفاع ، وفيها ينشط فعل الأمواج مكوناً لفجوات وكهوف . لاحظ بعضاً من الكتل الصخرية المتساقطة ، وطرح البحر من بقايا الأحياء البحرية .

أن حركة المد والجزر طفيفة ، ومن ثمّ فتأثير المدّ كعامل مساعد في حركة الأمواج البنّاءة جدّ محدود ، كما وأن مقدار الجزر لا يكشف من مواد البلاج شيئاً .

وحينما نترك سلاسل الكثبان الشاطئية الحديثة ونتجه صوب اليابس نجد شريطاً تتناوبه البحيرات الساحلية والسبخات والكثبان الرملية القديمة . وهو يتفاوت في عرضه من مكان لآخر تفاوتاً كبيراً . ففي أقصى الجنوب تمتد الكثبان الرملية القديمة إلى الطريق البري الذي يبتعد عن الشاطىء في بعض المواضع بمقدار ٢٠ كم ، بل إن الطريق ذاته يقطع النطاق أحياناً ، وعلى جانبيه تتّضح ظاهرة الطبقية المتقاطعة التي تميز الكثبان الرملية الهوائية النشأة . وبالاتجاه شمالاً يضيق النطاق وتتحدد سلاسل الكثبان القديمة بسلسلتين ثم بسلسلة واحدة توازي سلساة الكثبان الحديثة المتاخمة للساحل الحالي . وفي المنطقة المحصورة بين بلدتي دريانة وبرسيس تتقطع الكثبان القديمة وتفقد امتدادها الطولي المتصل ، وتبدو في هيئة تلال عديدة مستديرة الأعالي هينة انحدار الجوانب .

وتركب الكثبان القديمة كالكثبان الحديثة من الوجهة البتروجرافية من حطام الأصداف البحرية الدقيق الحبيبات التي اندمجت ببعضها بالكالسيت ، فهي في مادتها لا تختلف عن الرواسب البحرية التي عثر عليها في مواضع مختلفة من الشريط الساحلي كل من دزيو (١٩٣٩) وهي (١٩٥٥) ، ووجه الاختلاف ينحصر في طريقة نقلها وإرسابها . فهذه قد نقلت وأرسبت بواسطة الرياح ، ولهذا فإن حبيباتها تبدو مستديرة حسنة التصنيف ، كما وأن مواد الكثبان تخلو عادة من الرواسب الحصوية والحفريات الكبيرة الحجم . والكثبان القديمة نظراً لقدمها تظهر مغبرة اللون داكنة لطول تأثرها بعمليات التجوية وسفى الرواسب الحمراء .

ولا شك أن هذا النطاق من الكثبان القديمة قد تكون حينما كان منسوب

البحر أدنى منه في وقتنا الحالي بحيث انحسرت المياه عن شاطىء عريض افترش بالرمال التي نقلتها الرياح وأرسبتها مكونة لسلاسل من الكثبان متوازية . ولا يشترط بالضرورة افتراض فترات زمنية كبيرة قد فصلت بين تكوين كل سلسلة وأخرى كما أنه ليس من الضروري افتراض حدوث ذبذبات إيوستاتية متعاقبة لإمكانية تكوينها . ذلك أن هذه الكثبان تتركب كلية من رواسب بحرية جيرية عضوية تسهل إذابتها بمياه المطر الكربونية ثم يسهل تصلبها والتحام حبيباتها بسرعة بإرساب الكالسيت كمادة لاحمة ، وفي اعتقادنا أن الانخفاض الإيوستاتي في منسوب البحر الذي يعاصره تكوين الكثبان القديمة يتفق مع فترة أواخر الجليد ابتداء من مرحلة « بومر Pommer » إلى نهاية مرحلة سالبوسيلكي Salpausselkae . ومن الممكن تأريخ السلاسل الأقدم المجاورة للطريق البري بانخفاض منسوب البحر في مرحلة بومر ، والسلاسل القديمة المجاورة للسلاسل الحديثة الشاطئية بمرحلة سالبوسيلكي .

ويفصل سلاسل الكثبان الشاطئية عن نطاق الكثبان الداخلية بحيرات ساحلية ضحلة مالحة المياه تعرف محلياً بالسبخ (جمع سبخة) . وفي المواضع التي تتحدد فيها سلاسل الكثبان بالشاطىء تظهر اللاجونات بينها وبين الطريق البري مباشرة (شكل ٢٧) . وبعضها ما يزال متصلاً بالبحر عن طريق فتحات متباينة الإتساع تدعى محلياً باسم التوع . وتمتلىء البحيرات بالمياه أثناء الشتاء حين تصلها مياه الأمواج العاصفة ، وتقل مياهها أثناء الصيف . وقد ردمت بعض منها بالرواسب القارية وتحولت أرضها للزراعة كما في نطاق دريانة ، أو قد جففت صناعياً كما في محيط مدينة بنغازي . وحين الجفاف تزهر أملاح السبخ في غطاء أبيض ، لكنه يبدو مغبراً محمراً في معظم الأحيان بسبب إختلاط الأملاح بالمواد الصلصالية الحمراء التي تسفيها الرياح أو تجلبها الأودية التي تنصرف إلى السهل .



شكل (٣٨) : جزء من إحدى سبخات شمالي مدينة بنغازي . وقد بنيت المدينة ذاتها فوق كثبان رملية متصلبة قديمة تكتنفها وتتخللها البحيرات التي جرى ويجري تجفيفها باستمرار لمواجهة التوسع العمراني النشط .

نشأة السهل :

هناك اتفاق عام على أن حافة بنينة ما هي إلا جرف بحري (دزيو ١٩٣٩) (وهيي ١٩٥٥) . وبالمثل فإن رصيف توكرة هو الآخر رصيف بحري (هيى ١٩٥٥) . ويعزز هذا الرأي الانحدار العام الذي يتخذه السطح الصخري للسهل صوب البحر ابتداء من حضيضهما من جهة ، ثم المناسيب المنتظمة التي تقع عندها هوامشهما العليا والسفلى من جهة أخـــرى .

وقد ناقش هيي (١٩٥٥ ، ص ٤٥ ــ ٤٧) الآراء التي قيلت في

نشوء السهل ومنها رأي دزيو الذي يعتقد بنشأته التكتونية ، كما عرض مختلف العوامل التي يمكن أن تكون قد شاركت في تكوينه وخلص إلى القول بأنه قد نشأ كلية عن طريق التعرية البحرية . فهو يعتقد أن السهل رصيف بحري ، وأن حافة الرجمة التي تحده شرقاً جرفه المصاحب ، وأنهما قد نشآ بوضعهما الحالي كلية أثناء فترة منسوب مرتفع لمياه البحر واحدة . ويرى في استمرار منسوب أسافل الحافة أبلغ دليل يسند نظريته .

وعلى الرغم من أن مشاهداتنا الجيومورفولوجية خلال الدراسة الحقلية تعزز وتتفق مع كل المشاهدات التي سجلها هي ، مما يحملنا إلى الاعتقاد بالدور الهام الذي قامت به التعرية البحرية في ظهور السهل بشكله الحالي ، إلا أننا لا نستبعد بل لا يمكن أن نهمل الدور الذي لعبته العمليات التكتونية في النشأة الأولى للسهل . فبجانب الأدلة الجيولوجية الطيبة التي ساقها دزيو (١٩٣٩ وانظر هي ص ٤٥ — ٤٧) ، قد تبين من الدراسات الجيولوجية الكثيفة التي قامت بها هيئة مشروع القطارة سطحياً وعن طريق المجسات العميقة ، وجود عيب واضح يمتد موازياً لحافة هضبة الرجمة ، وعلى امتداده ينبغي أن يكون الجناح الغربي قد هبط هبوطاً كبيراً . ففي كل المجسات التي أجريت في حوض القطارة قد عثر على التكوينات الإيوسينية عند منسوب يزيد على ١١٠ متر . بينما لم يعثر عليها في كل المجسات التي أجريت في نطاق بنينه — بنغازي على أعلى من منسوب ٣٠ متر .

من هذا نخلص إلى القول بأن النشأة الأولى للسهل قد شاركت فيها العمليات التكتونية سواء برفع الجبل الأخضر على امتداد صدع الرجمة ، وبقاء السهل مستقراً ، أو بالرفع للجبل الأخضر والهبوط للسهل في آن واحد ، ويعزز الشق الأخير كثرة وجود الكسور المحلية في نطاق بنينه — بنغازي . وقد أعقب النشأة الأولى للسهل طغيان مياه البحر

وممارستها لفعل تحاتي دام فترة طويلة أثناءها تشكلت حافة الرجمة وسطح السهل بمظهرهما الحالي . أما حافتا بنينه وتوكره فهما بطبيعة الحال يمثلان منسوبين بحريين أحدث عهداً ، عندهما توقف منسوب البحر مستقراً أثناء فترتين متتاليتين طويلتين نسبياً .

المراجـــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدي . منشورات جامعة بيروت العربية .

عبد العزيز طريح (١٩٧١) : جغرافيا ليبيا . الطبعة الثانية . الاسكندرية .

لوحات ليبيا مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ .

لوحة بنغازي بقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ .

لوحة بنغازي مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ .

لوحة سلوق مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ .

Desio, A. (1939) : Studi morphologici sulla Libia orientali. Miss. Sci. della R. Acc. d'Italia a Cufra, Vol. II. Rome.

Gregory, J.W. (1911) : The Geology of Cyrenaica. Q. Z.G.S. vol. LXVII, PP. 572-615. London.

McBurney, CB. M. & Hey, R.W. (1955) : Prehistory and Pleistocene geology in Cyrenaican Libya. London.

https://archive.org/details/@hassan_ibrahem

طبع بطريقة الاوفست
مطابع دار الكتب
ص ب ٣٥٥٩
بيروت